

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC
CURSO DE GRADUAÇÃO EM LICENCIATURA EM FÍSICA
WELLINGTON FERNANDES SILVANO**

**OS RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS PARA O ENSINO
DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NOS
REPOSITÓRIOS INROA, BIOE E PORTAL DO PROFESSOR**

**FLORIANÓPOLIS
2018**

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

SILVANO, WELLINGTON FERNANDES
OS RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS PARA O ENSINO
DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NOS REPOSITÓRIOS
INROA, BIOE E PORTAL DO PROFESSOR / WELLINGTON
FERNANDES SILVANO ; orientador, André Ary Leonel,
2018.
168 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de
Ciências Físicas e Matemáticas, Graduação em Física,
Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Física. 2. Ensino de Física. Física Moderna e
Contemporânea. 3. Recursos Educacionais Digitais. 4.
Repositórios. I. Leonel, André Ary . II.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Física. III. Título.

WELLINGTON FERNANDES SILVANO

**OS RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS PARA O ENSINO
DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NOS
REPOSITÓRIOS INROA, BIOE E PORTAL DO PROFESSOR**

Trabalho de conclusão de curso
submetido ao curso de graduação
em Física da Universidade Federal
de Santa Catarina (UFSC) para
obtenção do Grau de Licenciado
em Física.

Professor Orientador: André Ary
Leonel

**FLORIANÓPOLIS
2017**

WELLINGTON FERNANDES SILVANO

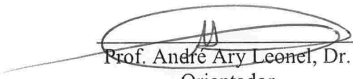
OS RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS PARA O ENSINO DE FÍSICA
MODERNA E CONTEMPORÂNEA NOS REPOSITÓRIOS INROA, BIOE E PORTAL
DO PROFESSOR

Este trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para a obtenção do
Título de Licenciado em Física, e aprovado em sua forma final pelo curso de
Graduação em Física,

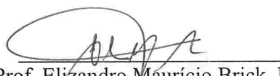
Florianópolis, 20 de dezembro de 2017.

Prof. João José Piacentini, Ms.
Coordenador do Curso

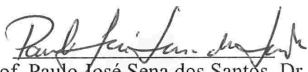
Banca Examinadora:



Prof. André Ary Leonel, Dr.
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Elizandro Maurício Brick, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Paulo José Sena dos Santos, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

AGRADECIMENTOS

Acredito ter uma grande rede de apoio composta por familiares, esposa, amigos, colegas de trabalho, pois todos têm me acolhido de diferentes maneiras.

Agradeço primeiramente a meus pais, Beatriz Fernandes Silvano e José Édio Pereira Silvano, pela dedicação, pelo apoio, ajuda financeira necessária no início da vida acadêmica e por sempre acreditarem no meu potencial. À minha irmã, Gisele Fernandes Silvano, de quem sou fã!

Um agradecimento especial à minha esposa, Morgana Gonçalves de Souza Silvano, que esteve ao meu lado durante os últimos anos, e porque mesmo sendo da área do Direito têm me ajudado com trabalhos acadêmicos e críticas também; agradeço a ela igualmente pelos cuidados e pela dedicação, mesmo nos dias mais angustiantes.

Aos meus amigos de infância Alexandre Assis Re, André Grahl Pereira, Edilson Feltrin (apesar de não ser) e Felipe Diogo João, pelas conversas inspiradoras, despretensiosas e embasadas, e por saber que mesmo longe nossos assuntos são sempre atuais.

Aos meus colegas de trabalho, na verdade amigos, Francisco Fernandes Soares Neto, Pamela Angst e Thaís Camata, que têm me acompanhado ao longo de minha jornada acadêmica e profissional. À Viviane Ferreira pelas conversas e pelos textos sobre mídia-educação. Agradeço à professora Roseli Zen Cerny pela confiança em meu trabalho e pela inspiração por sua forma aberta com que lida com projetos e equipes.

Agradeço ao meu orientador, André Ary Leonel, pela paciência, liberdade, apoio e cordialidade que demonstrou ao longo da disciplina de estágio e, agora, durante a orientação.

RESUMO

Este trabalho visa compreender quais recursos educacionais digitais de Física Moderna Contemporânea (FMC) – tais como vídeos, áudios, textos e simulações – estão disponibilizados nos repositórios INROA, BIOE e Portal do Professor. Ao realizar investigações, percebeu-se que pouco se sabe sobre os recursos presentes nos repositórios brasileiros de recursos educacionais, o que dificulta sua promoção e conseqüentemente seu uso. Assim, buscou-se apresentar possibilidades e indicar recursos que possam amparar a prática pedagógica escolar, apoiado pela temática FMC, dando subsídios a professores que busquem introduzir práticas, conceitos, ideias e tecnologias advindos da física desenvolvida a partir do início do século XX. Ressalta-se neste trabalho a importância de que estudantes do Ensino Médio tenham contato com essas temáticas, pois darão sentido à Física, fazendo relações com o mundo que os cerca. Sabe-se, no entanto, que são muitas as dificuldades de inserção de FMC ao currículo escolar e, por isso, buscou-se compreender, com base na literatura e em documentos norteadores da educação no Brasil – Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e orientações curriculares nacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais (PCN+) –, quais são as reais dificuldades dessa prática educativa. Por tratar de tecnologias na educação, optou-se por amparar a visão crítica na mídia-educação, que vem buscando compreender os efeitos e indicar o uso de mídias nessa área. A pesquisa realizada permitiu encontrar simulações, áudios, hipermídias, jogos, vídeos e guias didáticos, descrevendo cada um desses conjuntos de materiais. Esta pesquisa também permitiu uma breve análise dos guias voltados ao professor.

Palavras-chave: Ensino de Física. Física Moderna e Contemporânea. Recursos Educacionais Digitais. Repositórios.

ABSTRACT

This work aims at digital educational resources of Contemporary Modern Physics - such as videos, audios, texts and simulations - made available in the INROA, BIOE and Portal do Professor repositories. When carrying out investigations, it was noted that their ability to obtain results in the repositories of educational human resources, which hinders their promotion and consequently their use. Thus, it was tried to present possibilities and indicate resources that could support the pedagogic practice supported by the FMC theme, giving subsidies to teachers who seek to introduce practices, concepts, ideas and technologies coming from the physics developed from the beginning of the XX century. It is important to emphasize in this work the importance of high school students having contact with these themes, as they will give meaning to Physics, making relationships with the world around them. It is known, however, that there are many difficulties of insertion of Contemporary Modern Physics into the school curriculum and, therefore, we tried to understand, based on literature and guiding documents of education in Brazil - Law of Guidelines and Bases of Education, National Curricular Parameters and national curricular guidelines complementary to the national curricular parameters -, what are the real difficulties of this educational practice. Because it deals with technologies in education, it was chosen to support the critical vision in the media-education, which has sought to understand the effects and indicate the use of media in this area. The research made it possible to find simulations, audios, hypermedia, games, videos and didactic guides, describing each of these sets of materials. This research also allowed a brief analysis of teacher-directed guides.

Keywords: Physics Education. Modern and Contemporary Physics. Digital Educational Resources. Repositories.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BIOE – Banco Internacional de Objetos Educacionais
FM – Física Moderna
FMC – Física Moderna e Contemporânea
INROA – Infraestrutura Nacional de Repositórios de Objetos de aprendizagem
LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação
MEC – Ministério da Educação
OA – Objeto de Aprendizagem
OEI – Organização dos Estados Ibero-americanos
PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais
PNLD – Plano Nacional do Livro Didático
REA – Recursos Educacionais Abertos
RED – Recursos Educacionais Digitais
RIVED – Rede Interativa Virtual de Educação
RELPE – Rede Latino-americana de Portais Educacionais
TDIC – Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de Venn: total de RED encontrados em cada repositório, BIOE, INROA e Portal do Professor. 79

Figura 2. Diagrama de Venn: Número de RED de FMC que estavam disponíveis no repositório, BIOE, INROA, Portal do Professor, dentre aqueles encontrados na pesquisa... 81

Figura 3. Quadro do guia didático encontrado no arquivo de “A viagem de Kemi - Ligações químicas - Caçada às ligações”..... 97

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Resultados totais x Resultados válidos para cada termo da pesquisa - BIOE	75
Gráfico 2. Resultados totais x Resultados válidos para cada termo da pesquisa - INROA	76
Gráfico 3. Resultados totais x Resultados válidos para cada termo da pesquisa - Portal do Professor	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Número de RED x descritor.	73
Tabela 2. Número de RED x descritor, associados à física moderna.	74
Tabela 3. Número de recursos únicos por base de dados.....	78
Tabela 4. Tipos de mídia para cada recurso.	82
Tabela 5. RED do tipo texto, acompanhados ou não de outros recursos.....	93

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	23
1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	27
1.1 FÍSICA MODERNA	27
1.1.1 Origens e implicações da FMC	27
1.1.2 Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio.....	38
1.1.3 Legislação brasileira.....	43
1.2 RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS	48
1.2.1 Recurso educacional digital (RED), Objeto de aprendizagem(OA) e Recursos Educacionais Abertos (REA)	49
1.2.2 Tipos de recursos	51
1.2.3 Uso de recursos digitais no ambiente escolar	54
1.2.4 Ciclo de vida	58
1.3 REPOSITÓRIOS	60
1.3.1 BIOE	61
1.3.2 INROA	63
1.3.3 Portal do Professor.....	64
1.4 MÍDIA-EDUCAÇÃO	65
2 BUSCA, SELEÇÃO E CATALOGAÇÃO DE RECURSOS EDUCACIONAIS DE FÍSICA MODERNA	71
2.1 BUSCAS.....	72
2.2 SELEÇÃO.....	73
2.2.1 Recursos de física moderna x total de resultados	73
2.2.2 Recursos Repetidos	78
2.3 CATALOGAÇÃO/ORGANIZAÇÃO	81
3 RED COM GUIAS DIDÁTICOS	93
3.1 SÉRIE: A FÍSICA E O COTIDIANO	95
3.2 SÉRIE: A VIAGEM DE KEMI	96
3.3 SÉRIE: É TEMPO DE QUÍMICA	98
3.4 SÉRIE: FÍSICA QUÂNTICA	99
3.5 SÉRIE: MASSA E ESPAÇO-TEMPO	99
3.6 SÉRIE: OS CURIOSOS	100
3.7 SÉRIE: RÁDIO CANGÁLIA	100

3.8 RECURSOS DO PONTO CIÊNCIA	101
3.9 RECURSOS DO RIVED	101
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E POSSIBILIDADES FUTURAS ...	103
REFERÊNCIAS	107
APÊNDICES	119
APÊNDICE A – RECURSOS CATALOGADOS PARA CADA TERMO POR BASE DE DADOS.	119
APÊNDICE B – TOTAL DE RECURSOS NÃO REPETIDOS POR REPOSITÓRIO	144
APÊNDICE C – RECURSOS FMC COM IDENTIFICADOR	158

INTRODUÇÃO

Percebe-se que o ensino de física no Ensino Médio não tem acompanhado as necessidades dos estudantes no que diz respeito a conhecimentos científicos mais atuais (OLIVEIRA, 2007). Os saberes da física desenvolvida a partir do início do século XX estão cada vez mais presentes nas tecnologias e nas mídias, mas a grande maioria das pessoas estão alienadas sobre o quanto a física, como cultura, ajuda a compreender e, em muitos casos, a desenvolver as tecnologias. Como exemplos de tecnologias: GPS; micro-ondas; celulares; leitores de código de barras; computadores; equipamentos de ressonância magnética; energia nuclear. Na televisão, rádio, revistas, internet e livros de ficção, aparecem temas como buracos negros, energia escura, deformação do espaço-tempo, big bang, entre muitos outros temas da física, os quais são conhecidos como parte da física moderna e contemporânea (FMC). Porém, trazer esses conteúdos para a realidade escolar tem sido um desafio, devido, dentre outros motivos, à formação docente, mudança de paradigma, falta de material didático, dificuldades matemáticas e políticas que subsidiem esse ensino. Além do mais, é difícil de acompanhar aos avanços científicos e tecnológicos atuais que se baseiam em conceitos de FMC em razão da alta velocidade e especificidade com que novos saberes e produtos tecnológicos são criados.

A Física, enquanto disciplina, tem passado por várias modificações desde sua implantação no Ensino Médio. Mudanças que vão desde a abordagem até o desenvolvimento dos seus conteúdos específicos (ANGOTTI; DELIZOICOV, 1982). Com o crescente uso de conceitos, ideias e tecnologias advindos da FMC, os estudantes do Ensino Médio precisam ter contato com essas temáticas, pois darão sentido à Física, fazendo relações com o mundo que os cerca (PAULO, 1997).

Entre os documentos norteadores da educação no Brasil estão os PCN e PCN+, que apontam um ensino de física voltado para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. E, dessa forma, entende-se a física como uma cultura social, “na medida em que a escola tem o dever de

assegurar o acesso da população a uma parcela dos saberes produzidos” (BRASIL, 1996 p, 54).

Entendendo que há um acesso crescente a recursos tecnológicos, é necessário compreender o que isso pode acarretar no ensino e na aprendizagem. A mídia-educação aponta para o caminho de ressignificar o processo educacional como um todo, uma vez que a comunicação, a pesquisa e a aprendizagem assumem dimensões diferenciadas. Diante da velocidade com que muitas informações chegam aos alunos, o professor não é mais detentor do saber, pois pode-se encontrar informação de diferentes maneiras, principalmente através de telefones celulares, *tablets* e computadores ligados à internet – nesse sentido é necessário incorporar uma educação com mídias, para mídias por meio de mídias.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação (BRASIL, 2013, p. 67) preveem a presença das tecnologias para a inovação das práticas educativas em duas dimensões. Primeiramente, elas atuariam como um meio para contextualizar os conteúdos, onde podemos inserir os usos de recursos educacionais. Em segundo lugar, elas permitiriam a aproximação às necessidades formativas dos estudantes, imprescindível à vida contemporânea.

Além do mais, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) podem se tornar uma ferramenta poderosa no processo de ensino-aprendizagem. Tanto os professores quanto os estudantes sentem que o uso de TIC contribui grandemente para a motivação da aprendizagem (ROSSINI, 2012).

Há o aumento do número de trabalhos que apontam o uso de Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC)¹ como ferramentas para melhorar o ensino-aprendizagem (ADEYEMO, 2010). Materiais como textos, simulações, vídeos, softwares, para uma aprendizagem de conteúdos específicos, podem ser utilizados pelo professor, propiciando a interação estudante-professor, estudante-estudante e estudante-objeto de conhecimento (FERREIRA, 2016).

¹ A partir de agora utilizaremos esse termo por ser mais atual e contemplar todas as tecnologias apresentadas e analisadas neste trabalho.

Esse cenário tem exigido dos pesquisadores da área de Educação e de ensino de física a realização de investigações sobre as contribuições didáticas desses tipos de recursos. São apontados como potencialidades: auxiliar os estudantes a aprenderem sobre o mundo natural, vendo e interagindo com os modelos científicos; concentrar-se nos conceitos envolvidos; permitir aos estudantes a geração e o teste de hipóteses; tornar conceitos abstratos mais concretos; fomentar uma compreensão mais profunda dos fenômenos (MEDEIROS, 2002); dinamizar a prática docente; atenuar a dicotomia entre teoria e aplicação do conhecimento, entre outras.

Motivado por esse cenário complexo, procurou-se realizar buscas a fim de encontrar recursos didáticos de Física Moderna e Contemporânea (FMC) que pudessem auxiliar professores no processo de aprendizagem. Tendo em vista as dificuldades apontadas pelo ensino de FMC, com relação à falta de material didático e dificuldade com a formação de professores. Nesse sentido, recorreu-se aos repositórios de recursos educacionais disponibilizados pelo governo federal e pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), quais sejam: Portal do Professor, Banco Internacional de Objetos de Aprendizagem (BIOE) e Infraestrutura Nacional de Repositórios de Objetos de Aprendizagem (INROA).

Busca-se compreender quais os tipos de recursos educacionais de FMC estão disponibilizados nessas bases, suas origens e possíveis implicações no ensino. A base teórica deste trabalho está suplantada na mídia-educação, tendo em vista que esta irá discutir os impactos da mídia na educação.

1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este trabalho visa buscar e compreender quais os recursos educacionais digitais de Física Moderna Contemporânea estão disponíveis em diferentes repositórios, Sendo assim, torna-se importante contextualizar as origens e implicações da FMC, seus limites, potencialidades e as possibilidades legais da inserção "desta" (ou deste) ao currículo do Ensino Médio brasileiro.

Buscar-se-á sintetizar o entendimento de recurso educacional digital, bem como apresentar a perspectiva de uso dessa tecnologia, para que se possa apresentar cada um dos portais que armazenam os RED e que serão utilizados: BIOE, Portal do Professor e INROA.

Por fim, a base teórica educacional que ancora a visão crítica deste trabalho está na mídia-educação, visto que esta propõe estudar e discutir uma educação com mídias e por meio de mídias, e que, portanto, vai ao encontro tanto ao uso de RED como às novas tecnologias desenvolvidas a partir da FMC.

1.1 FÍSICA MODERNA

Desde cerca de início do século XX, novas descobertas têm provocado mudanças significativas na ciência e na sociedade, sobretudo com o advento da mecânica quântica e da relatividade. A física que tem incorporado esses elementos é conhecida como Física Moderna.

Neste capítulo, serão apresentadas sínteses dos principais acontecimentos e ideias que levaram à construção da FMC. Pretende-se contextualizar o ensino FMC ao redor do mundo, bem como apresentar uma análise dos principais documentos norteadores do ensino dessa temática no Brasil.

1.1.1 Origens e implicações da FMC

A Física Moderna e Contemporânea em geral é entendida como a concepção pós-newtoniana da física. As descrições dos fenômenos precisaram ser complementadas, ou mesmo revistas em prol de uma descrição "moderna" da natureza. Essa descrição incorpora elementos da mecânica

quântica ou da relatividade de Einstein, ou ambos. Em termos gerais, física moderna se refere a qualquer ramo da física desenvolvido a partir do início do século XX, ou ainda a física influenciada pelos conhecimentos desenvolvidos nesse período.

A física moderna surge para modificar e complementar conceitos clássicos existentes. Essa área da física, de caráter não-determinístico, probabilístico e imprevisível, inicia-se em 1900 com a hipótese da quantização de energia na solução da radiação do corpo negro proposta por Max Planck. Poucos anos depois, em 1905, Albert Einstein publica na revista alemã *Annalen der Physik* os artigos que tratam do quantum de luz e do efeito fotoelétrico, do movimento browniano e da teoria da relatividade especial. A estrutura teórica da física moderna somente se completaria no final de 1920, com Schrödinger, de Broglie, Heisenberg, Pauli e Dirac, entre outros, o que resultaria em acelerado avanço tecnológico (SALES, 2008, p. 1).

Essa ciência, desenvolvida nas primeiras décadas do século XX, permitiram uma compreensão completamente nova do universo e transformaram a organização da vida produtiva e social (MENEZES, 2005, p. 22). Complementando o entendimento de Sales (2008), Leonel (2010) aponta alguns cientistas que influenciaram o desenvolvimento da física moderna do início do século XX: Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928), Jules Henri Poincaré (1854-1912), Richard Feynman (1918-1988), Wolfgang Pauli (1900-1958) e, além dos já citados, Erwin Schrödinger (1887-1961) e Paul Adrien Maurice Dirac (1902-1984), cujos alguns aspectos fundamentais de suas contribuições ainda são alvos de investigação nos dias atuais. Além desses, cabe ressaltar o papel de Albert Einstein (1879-1955), Ernest Rutherford (1871-1937) e Max Born (1882-1970).

Até meados do final do século XIX, acreditava-se que todos os fenômenos da natureza observados até então poderiam ser explicados pelas teorias, ideias e contribuições de basicamente dois homens, Isaac Newton e James Clerk Maxwell.

Elas formavam os pilares da física que hoje entendemos por Física Clássica (LEONEL, 2010).

Newton unificou as leis da mecânica, podendo a partir delas descrever movimentos de objetos por meio da ação de forças atuantes sobre eles. Leonel (2010) sintetiza as ideias de Newton apontando o período de suas publicações.

A ideia de que na ausência de forças ou com força resultante igual a zero, o corpo ficará em repouso ou permanecerá em movimento uniforme, conhecida como a Primeira Lei de Newton, foi apresentada explicitamente em 1687, nos *Principia Mathematica*, assim como a Segunda Lei, que declara que a mudança de movimento é proporcional à força motora imprimida e ocorre na mesma direção desta força (LEONEL, 2010, p. 44).

Já a Terceira Lei afirma que para toda ação existe sempre uma reação igual em módulo, em direção e em sentido contrário. Além disso, com a segunda lei, Newton explicou o movimento dos corpos celestes, enunciando a Lei da Gravitação Universal, que afirma que os corpos se atraem com uma força diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa (LEONEL, 2010, p. 44).

De acordo com as Leis de Newton, o movimento dos corpos depende do referencial adotado. Um corpo que se move a uma velocidade em relação ao ponto A pode estar em repouso em relação ao ponto B, ou movimentar-se em outra velocidade e sentido em relação a um ponto C. Sendo o tempo igual em qualquer um dos referenciais.

Maxwell, por outro lado, unificou as leis do eletromagnetismo em 1865, leis estas que vinham sendo utilizadas para descrever fenômenos até então diferentes, eletricidade e magnetismo. Leonel (2010) sintetiza as ideias de Maxwell.

[Maxwell] [...] demonstrou matematicamente que estas forças, elétricas e magnéticas, não se originam das partículas agindo diretamente uma sobre a outra, mas por meio do campo gerado por cada uma, constatando que um mesmo campo transporta as forças elétricas e magnéticas; sendo eletricidade e magnetismo aspectos inseparáveis da mesma força, a qual denominou de força eletromagnética e ao campo de campo eletromagnético. Suas equações previram características semelhantes a ondas no campo eletromagnético e que essas ondas se propagariam com uma velocidade fixa como uma onda em um lago. Ao calcular essa velocidade constatou que coincidia exatamente com a velocidade da luz (LEONEL, 2010, p. 45).

As ideias de Maxwell não estavam em consonância com as de Newton. De acordo com as Leis de Newton, se a luz viaja a uma velocidade em relação à Terra, em um referencial que se afasta dela, sua velocidade em relação ao carro será maior do que esse valor. Já para a eletrodinâmica de Maxwell, isso não é possível, uma vez que a luz é uma onda eletromagnética, e que, portanto, viaja a uma velocidade fixa, independente do referencial (LEONEL, 2010, p. 46).

Ao longo da história da ciência, foi sugerido, em diversos momentos, que existiria uma substância denominada éter, e nesse contexto ela poderia ajudar a integrar a teoria de Maxwell com as Leis de Newton. Einstein enfatizou que toda a ideia do éter, cuja presença não pode ser detectada, era desnecessária se estivéssemos dispostos a abandonar a ideia de tempo absoluto. Foi quando ele desenvolveu a teoria da relatividade restrita, ou especial, teoria aplicada apenas a sistemas de coordenadas inerciais (LEONEL, 2010). Essa teoria é baseada em dois postulados fundamentais: o primeiro diz respeito à velocidade da luz no vácuo ser uma constante em qualquer sistema de referência; o segundo que as leis físicas são as mesmas em todos os sistemas coordenados que se movam uniformemente uns em relação aos outros.

Como consequência desses postulados, as noções de espaço e tempo absolutos da mecânica clássica precisavam ser abandonadas. Complementando essa concepção de tempo, Hawking (1988) afirma:

Até o começo deste século acreditava-se num tempo absoluto. Ou seja cada evento poderia ser rotulado por um número chamado “tempo”, de uma forma única, e todos os bons relógios concordariam com o intervalo de tempo entre dois eventos. Entretanto, a descoberta de que a velocidade da luz parecia a mesma a todos os observadores, independente do deslocamento de cada um, levou à teoria da relatividade, e nela foi necessário abandonar a idéia de tempo único e absoluto. Em vez disso cada observador teria sua própria medida de tempo, como registrado pelo relógio que conduzisse: relógios de observadores diferentes não precisariam concordar necessariamente. Assim o tempo se tornou um conceito mais pessoal, relativo ao observador que o estivesse medindo (HAWKING, 1988, p. 143).

Além disso, a teoria de Einstein tem muitas consequências contraintuitivas. Um ponto importante a se destacar é a equivalência entre massa e energia, sintetizada na equação $E = mc^2$; embora jamais houvesse sido favorecida pelo próprio Einstein, que, de fato, nunca a utilizou nos artigos originais nem em livros de divulgação científica que escreveu. Apesar disso, a noção de massa relativística acabou tornando-se tradicional no ensino de Física. Ainda sobre a interpretação de massa relativística, Ostermann (2004) descreve as consequências e descrição física:

Segundo essa interpretação, a massa newtoniana [...] seria tão somente o valor da massa de repouso da partícula, enquanto a massa relativística dependeria da velocidade da partícula em relação ao observador. Portanto, massa não mais seria uma

propriedade exclusiva de uma partícula ou um corpo, mas um atributo físico relativo, dependente do observador. Talvez seu maior atrativo seja o de permitir continuar escrevendo o momentum linear relativístico com a forma matemática de seu correspondente newtoniano, apenas substituindo-se a massa newtoniana (massa de repouso) pela massa relativística. Além disso, essa interpretação induz imediatamente uma razão física para que a velocidade da luz no vácuo seja um limite superior e intransponível de velocidade para quaisquer objetos materiais, bastando que se interprete como sendo, também, uma medida da inércia do corpo: seria impossível acelerar o corpo até uma velocidade superior a velocidade da luz (c) simplesmente porque sua inércia tenderia a um valor infinito quando o valor de velocidade se aproxima-se de c (OSTERMANN, 2004, p. 87).

Sobre os avanços posteriores na teoria da relatividade, Leonel ressalta um dos problemas de fronteira entre a física clássica e a relatividade restrita, a fim de apresentar a proposta de Einstein desenvolvida nos anos seguintes: a teoria da relatividade geral.

Embora a teoria da Relatividade restrita explicasse satisfatoriamente a questão relacionada à uniformidade da velocidade de propagação da luz para todos os observadores e o que acontecem com os corpos que viajam a uma velocidade próxima a esta, ela é incoerente com a Lei da Gravitação Universal de Newton. De acordo com essa última, os corpos são reciprocamente atraídos com uma força que depende da distância entre eles. Se dois corpos se atraem e movemos um deles, independente da distância entre eles, o outro sentirá imediatamente, ou seja, numa velocidade que pode ser maior do que a da luz. Einstein resolveu este problema em 1915

quando finaliza sua teoria da Relatividade geral. Agora não mais restrita a sistemas coordenados inerciais, ela sugere que a força gravitacional não é uma força como as outras, mas uma consequência de o espaço-tempo não ser plano, mas curvado pela distribuição de energia e massa dentro dele (LEONEL, 2010, p. 48).

No início do século XIX, Max Karl Ernst Ludwig Planck resolveu o problema da radiação de corpo negro; esta questão está relacionada à energia contida na radiação emitida por sólidos incandescentes, a radiação térmica. Todos os corpos emitem e absorvem esse tipo de radiação. Idealizou-se um modelo para o estudo dela, trata-se do corpo negro, um objeto que absorve toda radiação nele incidente.

Planck percebeu que com a simples introdução da hipótese de que os osciladores eletrônicos, responsáveis pela emissão da radiação eletromagnética, só podem vibrar com determinados valores de energia podia obter previsões teóricas em perfeito acordo com a experiência. Ora, tal hipótese, além de ad hoc, não parecia ser fisicamente admissível, dada a sua incompatibilidade com um ponto básico das teorias da época. A quantização da energia de oscilação dos elétrons conflita com o caráter contínuo da energia, conforme sempre se aceitou, e com boas razões, inclusive de ordem experimental (CHIBENI, 2010 p. 2).

Ainda assim, cientistas da época acreditavam que a hipótese da quantização de energia valeria apenas para osciladores eletrônicos atômicos, como afirma Chibeni.

Malgrado a repugnância que lhes causava, e a desestruturação das bases da física que acarretava, essa hipótese acabou sendo provisoriamente tolerada pelos físicos, pois era a única de que se dispunha para dar

conta dos fatos. Prosseguiu-se, porém, imaginando que a quantização ocorreria apenas nos osciladores eletrônicos atômicos, mas não na energia irradiada, que, segundo o eletromagnetismo, se propaga na forma de ondas eletromagnéticas (CHIBENI, 2010, p. 2).

O segundo dos três artigos de Einstein de 1905 foi mais longe ao propor que a quantização é, na realidade, a verdadeira natureza da luz.

Essa proposta só foi possível devido às investigações de Einstein a respeito do Efeito Fotoelétrico (apesar de o artigo tratar principalmente do efeito da quantização da energia aplicada à luz), fenômeno descoberto por Hertz em 1887.

“Tal efeito consiste no favorecimento da emissão de raios catódicos (elétrons) propiciado pela incidência de luz sobre o cátodo” (CHIBENI, 2010, p. 3). Essa ideia de Einstein talvez tenha sido ainda mais inaceitável que a de Planck. Essa quantidade discreta de luz se chama quantum de luz ou fóton. A hipótese de que a energia é quantizada permite então resolver muitos dos problemas pendentes da física do início do século XX (CHIBENI, 2010; LEONEL, 2010).

Em *Sobre a teoria da Distribuição de Energia do Espectro Normal*, Plank inaugurou uma nova era da física. A fim de ajustar sua teoria aos dados experimentais, supôs que a quantidade mínima, ou quantum de energia, era proporcional à frequência, da radiação.

$$\Delta E = hf$$

A constante é conhecida como constante de Planck, que vale, numericamente, $6,626 \times 10^{-34} \text{ Js}$. Cada fóton, ou quantum de luz, transporta uma energia dada por hf .

Segundo Leonel (2010), foi a partir dessa relação que Einstein propôs que a equação que relaciona a energia (E) do elétron ejetado, no efeito fotoelétrico, na superfície à frequência (f) da luz incidente e à função trabalho (W) do metal, é a energia necessária para o elétron escapar do metal.

$$E = hf - w$$

Millikan afirmou ter se dedicado mais de uma década da sua vida testando essa equação, porém todos os resultados confirmaram a teoria de Einstein sem qualquer ambiguidade. “Este comentário reflete muito bem a postura da comunidade científica da época diante da proposta de Einstein” (SANTOS, 2007, p. 42).

A radiação eletromagnética possui caráter ondulatório, como difração, polarização e interferência; como conciliar com o caráter de partícula proposto por Einstein ao explicar o efeito-fotoelétrico?

Em 1924, Louis Victor Pierre Raymond de Broglie propôs uma solução, estabelecendo uma natureza ondulatória para as partículas como prótons e elétrons. Assim, como os fótons são ao mesmo tempo onda e partículas, as partículas, segundo De Broglie, também deveriam ter esse comportamento dual. O comportamento ondulatório proposto por De Broglie também teria uma frequência f e sua energia E , como no caso dos fótons ($E = hf$). O momento (p) seria dado por $p = \frac{h}{\lambda}$, em que λ é o comprimento de onda associado à partícula.

A comprovação experimental da teoria de De Broglie foi realizada em 1927 com o experimento de Davison e Germer, difratando um feixe de elétrons. Posteriormente foram observados padrões de interferência em nêutrons e até mesmo em átomos de Hidrogênio (RAMOS, 2013).

Foi o trabalho de De Broglie que “estimulou Erwin Schrödinger a deduzir sua famosa equação de onda para o elétron ao perceber a sua importância para a compreensão da matéria.” (BROCKINGTON, 2005, p. 44).

Essas características de onda no movimento das partículas acabaram levando à percepção de que, para qualquer partícula, há uma relação complementar entre a precisão na definição da posição e na da quantidade de movimento” (MENEZES, 2005, p. 147).

O princípio da incerteza proposto por Werner Karl Heisenberg formalizou essa interpretação: a multiplicação da incerteza no conhecimento da posição pela incerteza no conhecimento da correspondente quantidade de movimento nunca é menor do que a constante de plank h . Sendo, portanto,

impossível descrever posições e velocidades, assim como prever a trajetória de uma partícula elementar, como na Física Clássica.

Dessa forma tem-se a noção da trajetória, de natureza determinista, coerente na física clássica, substituída pela noção de função de onda, de natureza probabilística. Essa interpretação da função de onda, como medida da potencialidade de localização de uma partícula, foi dada pela análise e correta interpretação de Max Born, que foi quem conseguiu correlacionar as propriedades de partículas com as ondas de matéria (LEONEL, 2010, p. 51).

Assim, precisa-se renunciar a descrição de acontecimentos pontuais no espaço e no tempo e introduzir novas leis de natureza estatística. Sendo esta uma das principais características da física quântica moderna, ou seja, sua natureza estatística.

Para Bachelard, que viveu justamente nesse período de grandes conquistas na ciência e de grandes mudanças na racionalidade humana, o período a partir do ano de 1905 foi denominado por ele como a era do novo espírito científico (LOPES, 1992, p. 254). Esse termo é ligado a um novo olhar sob a forma de se procurar conhecer a natureza, sistematizar ideias e, conseqüentemente, construir conhecimento.

Bachelard afirma que “a partir dessa data, a razão multiplica suas objeções, dissocia e religa as noções fundamentais e propõe abstrações mais audaciosas.” (BACHELARD, 1996, p. 9). Para Kuhn (1975), inicia-se aqui uma nova era na Física, que necessita acomodar-se a partir de alguns princípios dentro do novo paradigma, para que retorne a um novo período de Ciência Normal.

Ressalta-se, porém, que a chamada física clássica continua válida, porém dentro de certos limites, como aponta Leonel (2010).

A chamada física clássica continua válida dentro de certos limites. Precisamente, quando as massas dos objetos não forem tão pequenas quanto massas atômicas, nem tão

grandes quanto massas de galáxias, e sempre que as velocidades envolvidas forem muito menores do que a velocidade da luz, a física clássica possibilitará uma boa descrição fenomenológica (LEONEL, 2010, p. 52).

Explicitam-se os limites de validade de mecânica clássica, velocidades pequenas e grandes distâncias. Em contraponto com a física moderna, que frequentemente envolve condições extremas onde os efeitos quânticos aparecem, em distâncias comparáveis ao tamanho de átomos (aproximadamente 10^{-9} m), ou ainda os efeitos relativistas que envolvem velocidades comparáveis à velocidade da luz (aproximadamente 10^8 m/s). Pode-se dizer que os efeitos estudados pela física moderna, quânticos e relativísticos, existem em todas as escalas, ainda que esses efeitos possam ser muito pequenos. Sobre os limites de validade da física clássica, Paraná (1999) destaca:

As variações que ocorrem no espaço, no tempo e na massa não são perceptíveis quando as velocidades são baixas e às quais são aplicadas as leis de Newton. Mas não se pode aplicar as leis de Newton para compreender movimentos cuja velocidade é próxima à da luz, pois aí ocorrem: contração do espaço na direção do movimento, dilatação do tempo e da massa. A teoria da relatividade não invalida a mecânica Newtoniana; ela apenas é mais geral, aplicando-se ao estudo de fenômenos que as leis de Newton não conseguem alcançar (PARANÁ, 1999, p. 397).

Como exemplo pode-se analisar o comportamento de um gás: em temperatura ambiente a maioria dos fenômenos envolverá a distribuição de Maxwell-Boltzmann, que é clássica. No entanto, próximo ao zero absoluto, a distribuição Maxwell-Boltzmann não condiz com o comportamento observado do gás, e as distribuições Fermi-Dirac ou Bose-Einstein, da física moderna, correspondem melhor ao comportamento observado.

A elaboração da FMC permitiu a criação de vários equipamentos que hoje utilizamos em nosso dia a dia e o entendimento de vários fenômenos que não eram explicados pela física clássica, bem como várias complicações com o uso indiscriminado das aplicações desse novo corpo teórico de conhecimentos.

1.1.2 Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio

Com o objetivo de compreender e identificar as potencialidades da inserção de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio, buscou-se identificar o que já foi produzido nesse sentido.

A Física enquanto disciplina tem passado por várias modificações desde sua implantação no Ensino Médio. Mudanças que vão desde a abordagem até o desenvolvimento dos seus conteúdos específicos, visando a uma melhor compreensão e leitura dos fenômenos estudados (ANGOTTI; DELIZOICOV, 1982). Mesmo assim, percebe-se como o ensino de ciência, particularmente o ensino de física no ensino médio, não tem acompanhado as necessidades dos estudantes no que diz respeito aos conhecimentos científicos mais atuais (OLIVEIRA, 2007), visto que o desafio tem se tornado cada vez maior devido aos avanços científicos e tecnológicos atuais que se baseiam em conceitos de FMC.

É importante salientar também o desinteresse de vários estudantes pelo estudo da física que é abordada na sala de aula, tanto pelas dificuldades encontradas como por não perceberem alguma utilidade nesse aprendizado (LEONEL, 2010).

Um dos fatores que contribuem para essa situação é a defasagem entre o que os estudantes são informados pela mídia a respeito dos avanços e descobertas científicas ao redor do mundo e os que são apresentados em sala. Tem sido comum alunos trazerem discussões sobre assuntos que leram ou ouviram em revistas, jornais e internet e que por vezes não estão previstos a serem discutidos em sala (OLIVEIRA, 2007).

Paulo (1997) considera pertinente a introdução de FMC no Ensino Médio justamente por esse motivo, visto que FMC faz parte do cotidiano da sociedade contemporânea. O estudante, ao ter contato com essas temáticas, dará sentido à física, fazendo relações com o mundo que o cerca. Ele acredita também que a

introdução da FMC no currículo irá superar as barreiras epistemológicas fundamentais para o conhecimento do indivíduo sobre a natureza. Cabe dizer também que sem o real entendimento do papel dos modelos em Física será difícil fazer essas relações.

Essa lacuna entre o cotidiano e o conhecimento escolar gera interesse por parte dos estudantes, desperdiçando um grande potencial. A prática pedagógica torna-se desvinculada e descontextualizada da realidade, dificultando o entendimento da importância da física como ciência, e ainda mais quanto disciplina (OLIVEIRA, 2007).

É consensual entre físicos, a nível internacional, a necessidade da introdução de conteúdos de Física Moderna e Contemporânea nos currículos de Física do Ensino Médio (LOBATO, 2005; OLIVEIRA, 2007; LEONEL, 2010; OSTERMANN, 2000). Em um trabalho de revisão da literatura, Ostermann (2000) identificou as origens dessas preocupações.

Nos Estados Unidos e, provavelmente, em nível internacional, a preocupação com o ensino de FMC nas escolas e nos cursos universitários introdutórios começou, ou intensificou-se, com a “Conferência sobre o Ensino de Física Moderna”, realizada no Fermi National Accelerator Laboratory, Batavia, Illinois, em abril de 1986, na qual, aproximadamente, 100 professores interagiram com cerca de 15 físicos. O objetivo específico da conferência era promover a abordagem de tópicos de pesquisa em Física, em especial Física de Partículas e Cosmologia, no ensino médio e em cursos introdutórios de graduação (OSTERMANN, 2000).

Ostermann (2000) apresenta também as razões pelas quais os professores presentes na III Conferência Interamericana sobre Educação em Física acreditavam na necessidade de introdução de tópicos de FMC na escola média, das quais se destacam:

- Despertar a curiosidade dos estudantes e ajudá-los a reconhecer a física como um empreendimento humano e, portanto, mais próxima a eles;
- os estudantes não têm contato com o excitante mundo da pesquisa atual em física, pois não veem nenhuma física além de 1900. Esta situação é inaceitável em um século no qual ideias revolucionárias mudaram a ciência totalmente;
- É do maior interesse atrair jovens para a carreira científica. Serão eles os futuros pesquisadores e professores de física;
- É mais divertido para o professor ensinar tópicos que são novos. O entusiasmo pelo ensino deriva do entusiasmo que se tem em relação ao material didático utilizado e de mudanças estimulantes no conteúdo do curso.
- Física moderna é considerada conceitualmente difícil e abstrata; mas resultados de pesquisa em ensino de Física têm mostrado que, além da Física Clássica ser também abstrata, os estudantes apresentam sérias dificuldades conceituais para compreendê-la.

Dentre as necessidades educacionais, imediatas ou de médio e longo prazo, justifica-se a importância de se incorporar temáticas que vão além da fronteira clássica, como apontado pelos professores da conferência supracitada. De maneira geral, se reconhece que o assunto seja entusiasmante, e difícil por sua complexidade matemática e conceitual.

A natureza conceitual diferenciada dos objetos da FMC em relação aos clássicos é grande. Os objetos quânticos, por exemplo, são diferenciados “tanto nos pressupostos epistemológicos como linguagem matemática, quanto nas perguntas diferentes que definem o objeto de estudo como um ente quântico.” (REZENDE, 2009, p. 309).

Perguntado a futuros professores qual seria o momento ideal da inserção de FMC, “uma característica detectada reforça a formação dos entrevistados, sobretudo quanto à estrutura curricular e os pré-requisitos” (REZENDE, 2009, p. 312). Na pesquisa de Rezende, 20 dos 24 entrevistados sugeriram que tais temas só poderiam ser trabalhados no EM ao final do terceiro ano, devido: à falta de maturidade dos alunos e ao fator matemática (REZENDE, 2009).

Já para Lobato (2005), embora a descrição dos fenômenos e objetos não seja fácil para os estudantes jovens e não pertencentes a áreas científicas, a opção não deve ser a ausência desses tópicos tão vigentes. Os conceitos centrais da FMC devem ser discutidos o mais cedo possível, para que sejam amadurecidos a fim de avançar em complexidade, justamente por serem conceitos contraintuitivos que requerem tempo de reflexão.

Vários países já incluem FMC em seus currículos oficiais, evidenciando uma preocupação com a atualização dos currículos de Física. Lobato (2005) pesquisou a presença de diferentes abordagens para o ensino de FMC, em especial de teoria quântica no Ensino Médio de diversos países, como Portugal, Espanha, França, Dinamarca, Suécia, Canadá e Austrália. De acordo com as orientações curriculares, todos esses países incluem aplicações tanto teóricas quanto tecnológicas da FMC.

Corroborando com essas preocupações, futuros professores, licenciandos em Física, manifestam interesse por essas temáticas. Em pesquisa com licenciandos em Física, Rezende (2009) traz um indicativo sobre esse interesse: 90,3% dos entrevistados mostraram-se propensos a discutir essas temáticas no Ensino Médio, ainda que alguns se sintam despreparados para tal tarefa. Os licenciandos apontam grande potencial no uso da FMC, devido às vastas aplicações na sociedade, mas reconhecem que há um longo trabalho a ser feito quanto à abordagem em cursos de formação.

Como apontado, as dificuldades de inserção da FMC vão desde conceituais até a necessidade de formação de professores, sabendo que estes terão acesso mais imediato aos estudantes da educação básica.

Rezende (2009) mostra-se preocupado com a tentativa de enquadrar os temas de FMC, pois se corre o risco de colocar o estudo em moldes didático-metodológicos tradicionais, e se não for bem pensado pode-se apenas adicionar novas temáticas às disciplinas de física sem, no entanto, tocar na parte mais sensível que é a necessidade de redefinir o objeto a ser pesquisado. Daí a prioridade em se rever a concepção de ensino de ciências (REZENDE, 2009, p. 309).

Em um estudo de Ostermann e Moreira (1998), com a finalidade de obter uma lista consensual entre físicos, pesquisadores em ensino de Física e professores de Física do

Ensino Médio, sobre quais tópicos de física contemporânea deveriam ser abordados no EM, chegou-se a uma lista: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, forças fundamentais, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios-X, metais e isolantes, semicondutores, laser, supercondutores, partículas elementares, relatividade restrita, Big Bang, estrutura molecular e fibras ópticas (Ostermann, 2000).

Já no ano de 2009, Rezende, em pesquisa similar, perguntou a licenciandos de Física quais seriam os temas ou tópicos de FMC que gostariam de incluir no Ensino Médio; nas respostas aparecem por ordem dos mais citados aos menos citados: relatividade, radiação de corpo negro, raios-x, efeito fotoelétrico, laser, átomo de Bohr, astrofísica, nuclear e de partículas elementares, estrutura da matéria, entre outros menos mencionados (REZENDE, 2009).

Percebe-se na literatura o real interesse de pesquisadores, professores e futuros professores na inserção de FMC no Ensino Médio. Ainda que existam divergências quanto ao momento ideal de introduzir essas temáticas. Para professores e futuros professores uma introdução à FMC deveria iniciar apenas no último ano do Ensino Médio, tanto devido à maturidade dos estudantes como pelas dificuldades matemáticas. Contrastando com isso, em temas como o efeito fotoelétrico, a hipótese de Broglie, o modelo de Bohr, relatividade Restrita, entre outros, não há dificuldades matemáticas, e sim conceituais. Nesse caso, como aponta Lobato (2005), justamente por serem os conceitos centrais da FMC complexos e contraintuitivos é que devem ser discutidos o mais cedo possível, pois requerem tempo de reflexão.

Há certa replicação entre assuntos que são aprendidos no ensino superior e os profissionais da educação mostram interesse em aplica-los no Ensino Médio. Dentre os temas que professores e pesquisadores destacam para inserção nesse período escolar, destacam-se: relatividade restrita, raios-x, radioatividade, átomo de Bohr, efeito fotoelétrico, laser, astrofísica, origem do universo, estrutura da matéria, partículas elementares, forças fundamentais, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, metais e isolantes, semicondutores e supercondutores.

1.1.3 Legislação brasileira

A legislação educacional vigente conta com três grandes documentos norteadores que envolvem o Ensino Médio no Brasil, e por consequência os estudos de física: a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), Orientações Curriculares Nacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), destacando-se que o PCN+ possui um capítulo inteiro dedicado ao ensino de Física no Brasil. Nesta seção buscar-se-á compreender as possibilidades que esses documentos propiciam para o ensino de FMC.

É importante, antes de tudo, compreender de maneira geral quais princípios norteiam esses documentos e como se expressam na LDB. O 'Novo Ensino Médio' deve priorizar "[...] a formação geral em oposição à formação específica; o desenvolvimento de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização" (BRASIL, 2000, p. 17).

Os PCN ressaltam à escola e ao professor autonomia em sua proposta curricular, bem como reconhecem a complexidade da prática educativa.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, referenciais para a renovação e reelaboração da proposta curricular, reforçam a importância de que cada escola formule seu projeto educacional, compartilhado por toda a equipe, para que a melhoria da qualidade da educação resulte da co-responsabilidade entre todos os educadores. A forma mais eficaz de elaboração e desenvolvimento de projetos educacionais envolve o debate em grupo e no local de trabalho. (BRASIL, 1997, p. 7)

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, ao reconhecerem a complexidade da prática educativa, buscam auxiliar o professor na sua tarefa de assumir, como profissional, o lugar que lhe cabe pela responsabilidade e

importância no processo de formação do povo brasileiro (BRASIL, 1997, p. 7)

As diretrizes apresentadas nos PCN trazem consigo um entendimento de ensino de Física em que se busca construir uma visão que esteja voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. E entende-se a física como uma cultura social, “na medida em que a escola tem o dever de assegurar o acesso da população a uma parcela dos saberes produzidos” (BRASIL, 1996 p. 54).

O ensino [de Física] destina-se principalmente àqueles que não serão físicos e terão na escola uma das poucas oportunidades de acesso formal a esse conhecimento. Há de se reconhecer, então, dois aspectos do ensino da Física na escola: a Física como cultura e como possibilidade de compreensão do mundo (BRASIL, 2006, p. 53)

Em linhas gerais, os PCN apresentam a ideia de competências, e a necessidade de se compor a disciplina alinhada à realidade da sociedade. Em especial, dois trechos das orientações curriculares do Ensino Médio, voltado ao ensino de Física, apontam tanto para condução do aprendizado dessas competências como dão especial atenção às tecnologias.

Para se conduzir um ensino de forma compatível com uma promoção das competências gerais, é importante tomar como ponto de partida situações mais próximas da realidade do aluno. O primeiro passo de um aprendizado contextualizado pode vir da escolha de fenômenos, objetos e coisas do universo vivencial. Problemas do mundo real tendem a propiciar, frequentemente, soluções mais criativas e são presumivelmente mais significativos e motivadores que problemas artificiais (BRASIL, 2006, p. 61).

A tecnologia merece atenção especial, pois aparece nos Parâmetros Curriculares como parte integrante da área das Ciências da Natureza. Observa-se que nos livros didáticos os conteúdos disciplinares selecionados e trabalhados pouco têm a ver com a tecnologia atual, ficando essa, na maioria das vezes, como simples ilustração. Deve-se tratar a tecnologia como atividade humana em seus aspectos prático e social, com vistas à solução de problemas concretos. Mas isso não significa desconsiderar a base científica envolvida no processo de compreensão e construção dos produtos tecnológicos (BRASIL, 2006, p. 46).

Ainda sobre as tecnologias e o contexto social, os PCN+ apontam de forma indireta para a necessidade dos conhecimentos de FM ao tratarem das preocupações dos efeitos causados pelas bombas nucleares.

Mesmo quando se defende [...] o uso pacífico da energia nuclear, devem ser discutidos os perigos potencialmente envolvidos nisso, já que a história deixou ensinamentos tão dolorosos quanto os escombros de Hiroshima. A formação por competências deve ter por objetivo possibilitar ao sujeito opinar nessas esferas (BRASIL, 2006, p. 48).

Os PCN e os PCN+ sugerem um conjunto de assuntos e unidades temáticas que visam auxiliar as escolhas do professor. Os temas estruturadores são:

Tema 1: Movimento, variações e conservações (unidades temáticas: fenomenologia cotidiana, variação e conservação da quantidade de movimento, energia e potência associadas aos movimentos, equilíbrios e desequilíbrios).

Tema 2: Calor, ambiente e usos de energia (unidades temáticas: fontes e trocas de calor, tecnologias que usam calor: motores e refrigeradores, o calor na vida e no ambiente, energia: produção para uso social).

Tema 3: Som, imagem e informação (unidades temáticas: fontes sonoras, formação e detecção de imagens, gravação e reprodução de sons e imagens, transmissão de sons e imagens).

Tema 4: Equipamentos elétricos e telecomunicações (unidades temáticas: aparelhos elétricos, motores elétricos, geradores, emissores e receptores).

Tema 5: Matéria e radiação (unidades temáticas: matéria e suas propriedades, radiações e suas interações, energia nuclear e radioatividade, eletrônica e informática).

Tema 6: Universo, Terra e vida (unidades temáticas: Terra e sistema solar, o universo e sua origem, compreensão humana do universo).

Cada um desses temas e suas respectivas unidades temáticas é acompanhado de competências mais específicas, que apontam o objetivo da aprendizagem e servem de parâmetro para o professor avaliar suas práticas em sala de aula e verificar se está atingindo as competências almejadas (BRASIL, 2006, p. 57).

Todos os temas dão margem à inserção de conteúdos de Física Moderna, no entanto se reconhece que o tema 5, matéria e radiação, é indiscutivelmente típico de FMC. Uma menção deve ser dada ao tema 6, visto que se pode trazer conteúdos de relatividade. Inclusive essa possibilidade é ressaltada nas próprias orientações curriculares para o Ensino Médio.

Um exemplo dos PCN+ em ação [...] Tema 5 – Matéria e Radiação. A opção pelo tema justifica-se pelo fato de ele ter grande potencial para a inserção da Física moderna e contemporânea no ensino médio, e por estar fortemente ligado às tecnologias atuais, além disso, porque há pouco material didático que trate dessa temática. Entretanto, como é possível observar, o grau de aprofundamento teórico e as relações com outras áreas do conhecimento ficam a critério das escolhas do professor (BRASIL, 2006, p. 58).

Existe uma preocupação constante nesses documentos em ressaltar a autonomia do professor, conforme já apontado no início desta seção, pois esta é constantemente citada ao longo das orientações curriculares.

A seleção, a priorização e a organização de um determinado caminho serão tarefas do professor, cujas metas estão focalizadas numa proposta mais ampla: a autonomia crítica do sujeito, amparada nas especificidades do contexto de cada instituição de ensino (BRASIL, 2006, p. 59).

Nas orientações curriculares, há um pequeno trecho que se refere às preocupações da influência do estudo de radiações no conhecimento de estrutura da matéria.

[...] não deve limitar-se a expor apenas as características das radiações próprias ao seu caráter ondulatório, por exemplo a propriedade de as ondas difratarem ao passar por um obstáculo, ou interferirem construtiva e destrutivamente, mas também características como absorção, refração e transmissão, que ampliam seu significado físico quando associadas à compreensão da estrutura da matéria (BRASIL, 2006, p. 60).

Assim, pode-se afirmar que os documentos oficiais já apresentam a FMC como possibilidade para o Ensino Médio, isso é verificado de várias maneiras: primeiro pela inclusão dos temas estruturadores 5 e 6, dos PNC e PCN+ – “Matéria e radiação” e “Universo, Terra e vida”. Os documentos norteadores destacam a necessidade de aproximar a ciência do mundo atual, a fim de aproximar os estudantes de uma visão mais crítica para se pensar e interpretar o mundo, visando uma formação para a cidadania mais adequada. Esta aí a necessidade de se apresentar e contextualizar as novas tecnologias. Podemos ressaltar ainda a autonomia dada à escola e ao professor nos documentos oficiais do Ministério da Educação, ou seja, se for de interesse da instituição e do profissional educador, o conteúdo também poderá ser ministrado.

1.2 RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS

Os RED são arquivos digitais de diversos formatos como textos, áudios, imagens, vídeos, jogos, *softwares*, entre outros, e funcionam como materiais didáticos para o ensino. A aplicação desses recursos na educação básica vem sendo incentivada por instâncias governamentais de diversos âmbitos, principalmente no âmbito federal.

De acordo com Fiscarelli (2008), os materiais didáticos podem ser todos os objetos que servem de apoio para quaisquer ações educativas, mediando a relação entre estudantes e conhecimento. Além de objetos, as expressões humanas e suas características podem ser utilizadas como mediadoras do conhecimento, na busca da melhor forma de ensinar o conteúdo, ou seja, como bens imateriais.

As diretrizes curriculares nacionais para a educação básica (BRASIL, 2013, p. 67), ao dissertar sobre as formas de organização curricular, preveem a presença das tecnologias para a inovação das práticas educativas em duas dimensões. Primeiramente, elas atuariam como um meio para contextualizar os conteúdos onde podemos inserir os usos de recursos educacionais. Em segundo lugar, elas permitiriam a aproximação às necessidades formativas dos estudantes, vista desta maneira como competência imprescindível à vida contemporânea.

Em pesquisa realizada entre setembro de 2014 e março de 2015 sobre as “TICS na educação”, 73% dos professores da Educação Básica alegam que com o amplo acesso às tecnologias passaram a conhecer conteúdos diversificados e de maior qualidade. Quase a totalidade dos entrevistados, 96%, utiliza recursos para a preparação de suas aulas (CETIC.BR, 2015). Participaram da pesquisa 930 escolas públicas e privadas, de ensino fundamental e médio, localizadas em áreas urbanas. Foram entrevistados 1.770 professores.

Uma das possibilidades mais adotadas pelos professores é o uso de fotos, fragmentos de filmes e vídeos, questões buscadas na Internet e modificadas ou recombinadas de forma a compor os conteúdos. As imagens são utilizadas por 85% dos professores, textos por 83%, questões ou avaliações por 79%, vídeos, filmes e animações por 74%. Videoaulas são utilizadas

por 61% dos professores, enquanto apresentações prontas, por 42%.

1.2.1 Recurso Educacional Digital (RED), Objeto de Aprendizagem (OA) e Recursos Educacionais Abertos (REA)

Os recursos digitais que podem ser encontrados na internet são classificados entre RED, OA (Objetos de Aprendizagem) e REA (Recursos Educacionais Abertos). A diferença entre eles têm a ver necessariamente com os tipos de acesso, sendo que os OA ou RED não são necessariamente gratuitos ou abertos. Já os REA, por serem licenciados de maneira aberta, por *Creative Commons* ou *Copyleft*, podem ser alterados, remixados e adequados às necessidades contextuais. Dentre os três, escolhe-se o RED por considerar o termo mais amplo dentre eles.

Wiley (2000, p. 3), um dos primeiros autores a publicar uma pesquisa amplamente divulgada sobre o tema, coloca que os OA podem ser compreendidos como “[...] qualquer recurso digital que possa ser reutilizado para o suporte ao ensino”. (Beck, apud Wiley, 2002 p. 1). Os Objetos de Aprendizagem (OA) podem ser definidos como recursos educacionais estruturados a partir de objetivos pedagógicos, para mediar e maximizar o processo de ensino e aprendizagem dos conceitos.

O termo “recurso” está em consonância com a linguagem específica das TDIC, permite uso educativo de qualquer tipo de artefato cultural. A página da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) define Recursos Educacionais Digitais como arquivos digitais que dão apoio à aprendizagem. Além do termo “recurso” ser mais utilizado na área técnica para qualquer tipo de arquivo em formato digital, dado que URL, protocolo de localização na internet, é o acrônimo de *Uniform Resource Locator* (localizador uniforme de recurso). (BRASIL, 2017).

Do ponto de vista da tecnologia, um recurso digital é um arquivo digital, isso significa que, pode ser um arquivo de imagem, como por exemplo um vídeo, uma foto, uma ilustração, uma animação; ou um arquivo de áudio, como por exemplo uma música, uma

gravação, um som, um toque, um audiolivro; ou um tipo específico de documento, como por exemplo, um texto, uma planilha, uma apresentação; ou, ainda, um tipo específico de arquivo associado a uma aplicação especializada, como por exemplo, arquivos de CAD, de aplicativos de simulação matemática, física, anatomia, etc. (BRASIL, 2017).

Além do uso do termo “Recurso Educacional”, existe o de “Recursos Tecnológicos”, presente na legislação e em diversos materiais de formação e como são discriminados nos planos de trabalho e de aulas. Recursos Tecnológicos são nomes designados também às TDIC, tanto para os suportes: celulares inteligentes, computadores, *tablets*, câmeras, etc.; quanto para os produtos e serviços: sistemas, *softwares*, mídias no geral.

Os Objetos de Aprendizagem (OA) emergem do contexto das TDIC como ferramentas tecnológicas para construção da aprendizagem. Os Objetos de Aprendizagem surgiram com o propósito de identificar conteúdos educacionais na web que pudessem ser catalogados para a reutilização em diferentes cursos e plataformas, tornando possível uma redução de custos na produção de materiais educacionais (SANTOS et al., 2007).

Para a Rede Interativa Virtual de Educação – RIVED (2009), Objetos de Aprendizagem são quaisquer recursos que possam ser reaproveitados para reforçar as técnicas de aprendizagem.

Sua principal idéia é ‘quebrar’ o conteúdo educacional disciplinar em pequenos trechos que podem ser reutilizados em vários ambientes de aprendizagem. Qualquer material eletrônico que provém informações para a construção de conhecimento pode ser considerado um Objeto de Aprendizagem, seja essa informação em forma de uma imagem, uma página HTML, uma animação ou simulação (RIVED, 2009).

Oliveira (2004) declara ainda que um OA é como um grão de conteúdo independente que, associado a metadados, poderá

ser reutilizado em contextos e situações diferentes, permitindo a sua personalização em função de diferentes objetivos de aprendizagem e de diversos perfis de aprendentes. Essa granularização permite desdobrar o conteúdo relativo a um tema em diferentes subtemas, que podem ser rearranjados em distintos percursos pedagógicos (OLIVEIRA, 2004).

1.2.2 Tipos de recursos

Os repositórios BIOE e Portal do Professor optaram por utilizar nove tipos de recursos, são eles: simulação/animação, experimentos práticos, áudio, vídeos, imagens, hipertextos, mapa, imagem e *softwares* educacionais. Essas definições, no entanto, não serão completamente utilizadas neste trabalho. Optou-se pelos seguintes tipos: animação, simulação, áudio, vídeo, documento de texto, jogo, imagem e hipermídia.

Entende-se que animação e simulação possuem grandes distinções, principalmente em relação ao grau de interatividade de cada um deles e, portanto, devem ser catalogados de forma diferente.

Excluem-se os experimentos práticos dessa categoria, visto que são de difícil compreensão e não se enquadram, pois a maior parte desses recursos são arquivos de texto com dicas de aula, porém optou-se por inserir a categoria documento de texto, que contempla esse tipo de material e qualquer texto que ajude o professor. Outro tipo de recurso suprimido foi mapas, visto que ainda não existem recursos de física nessa categoria.

Sendo assim, foi adicionada também a categoria jogo e hipermídia e suprimido o hipertexto, já que hipermídia contempla os hipertextos como definidos pelo filósofo e sociólogo estadunidense Ted Nelson. A seguir são apresentadas as definições utilizadas para cada tipo de recurso.

1.2.2.1 Animação

Animações são sequências de imagens concebidas, acompanhadas ou não de sons (HOBAN, 2009). Seguindo o entendimento de Braga (2014), existem três formas principais de animações, sendo classificadas de acordo com a forma como as imagens são criadas, os materiais envolvidos e a tecnologia utilizada.

A primeira forma é a chamada de animação tradicional ou desenhada a mão. Isso inclui os muitos desenhos animados e filmes de longa-metragem feitos nos últimos 70 anos, o que é às vezes chamado de “animação cel.” [...] A segunda forma, animação stop-motion, consiste em tirar fotografias digitais fixas de objetos ou imagens depois de terem sido movidos manualmente para simular o movimento. Uma terceira forma de animação são aquelas realizadas por computador e têm imagens que são criadas digitalmente, com o uso de uma grande variedade de novas técnicas e softwares. (BRAGA, 2014, p. 23).

1.2.2.2 Simulação

De acordo com o dicionário *Aurélio*, simulação é o “ato ou efeito de simular. Experiência ou ensaio realizado com o auxílio de modelos”. Para Brasil (2008, p. 13), “simulação é uma técnica de estudar o comportamento e reações de um determinado sistema através de modelos que imitam, na totalidade ou em parte, as propriedades e comportamentos deste sistema em uma escala menor”, permitindo um estudo detalhado, manipulando o modelo em questão.

Os modelos computacionais auxiliam os desenvolvedores e pesquisadores na medida em que permitem estudar o modelo em ambientes controlados, possibilitando análise das dinâmicas. A simulação de processos permite que se faça uma análise do sistema em questão sem a necessidade de interferir no mesmo. Todas as mudanças e consequências, por mais profundas que sejam, ocorrerão apenas com o modelo computacional, e não com o sistema real (BRASIL, 2017).

1.2.2.3 Áudio

O áudio pode ser entendido como gravação digital de sons. Dentre os formatos mais comuns destacam-se: mp3, wav, ogg e wma. Um RED de áudio possui as mais diversas estruturas, como exemplos citam-se: os *audiobooks*, explicações

sobre determinado fenômeno, conversas com e sem rigor científico, gravação de uma aula, entre outros, tudo dependerá da abordagem escolhida.

Do modo de entendimento desse trabalho, áudio é uma faixa do espectro de onda mecânica, reservada ao som audível. Existem diversos formatos de áudio, mp3, .wav, .ogg, .wma entre outros. Um recurso de áudio poderá ser entendido como um RED, desde que as informações contidas nos sons ajudem no processo de ensino e aprendizagem.

1.2.2.4 Vídeo

Um vídeo é entendido neste trabalho como um sistema de gravação e reprodução de imagens, as quais podem estar acompanhadas ou não de sons, e que são reproduzidas através de um meio digital (computador, telefone celular, *tablets* etc.).

Para Braga (2014), um vídeo “trata-se de uma gravação de imagens em movimento composta por fotos sequenciais que resultam em uma imagem animada”. Na ânsia por diferenciar um vídeo de uma animação, será considerado vídeo a gravação de imagens do mundo real, capturadas em vários frames por segundo. Assim, diferencia-se de qualquer tipo de animação, seja por conta do caráter digital da produção de algumas animações, seja pela forma de captura.

São diversos os formatos de vídeo disponíveis: .avi, .mov, .wmv, .flv, 3gp, .mkv, entre outros. A resolução é o que define em quantas vezes a imagem será fragmentada em cada direção, ou seja, a quantidade e o tamanho de pixels. Assim, de forma geral, pode-se dizer que quanto maior a resolução maior a quantidade de pixels e melhor a qualidade do vídeo, o mesmo irá valer para imagens.

1.2.2.5 Documento de texto

Segundo o dicionário *Aurélio*, texto é um conjunto das palavras de algum livro ou escrito. Será considerado um recurso, documento de texto, todo e qualquer arquivo que contenha apenas textos com ou sem imagens, seja em formato pdf, txt, doc, epub, até mesmo um html, desde que não contenha links internos.

1.2.2.6 Jogo

O tipo de recurso jogo será entendido como jogos digitais, definido por SAVI (2008), com base nos trabalhos de Balasubramanian e Wilson (2006), como ambientes atraentes e interativos que capturam a atenção do jogador ao oferecer desafios que exigem níveis crescentes de destreza e habilidade.

Para Balasubramanian e Wilson (2006), os componentes básicos dos jogos digitais são: 1) o papel ou personagem do jogador; 2) as regras do jogo; 3) metas e objetivos; 4) quebra-cabeças, problemas ou desafios; 5) história ou narrativa; 6) interações do jogador; 7) estratégias; 8) feedback e resultados.

Um RED do tipo jogo, em sua maior parte, são arquivos desenvolvidos em Adobe Flash ou são *softwares* que necessitam de instalação.

1.2.2.7 Imagem

De acordo com o Dicionário *Aurélio*, imagem é uma “representação de uma pessoa ou coisa”. “Uma imagem digital pode ser utilizada para apoiar a aprendizagem e, devido a isso, é considerada como um tipo de Recurso Educacional Digital” (BRAGA, 2014, p. 23).

1.2.2.8 Hipermissão

Para Nelson (1992), hipermissão é um texto não sequencial, que permite respostas ou reações, acrescido de mais componentes, além das palavras: grafismos, imagens animadas e/ou estáticas e sons, os quais se ramificam, permitindo escolhas ao leitor, que é melhor lido numa tela interativa.

1.2.3 Uso de recursos digitais no ambiente escolar

A busca por qualidade da educação passa entre outras coisas pelas práticas educativas. Como já apontado, com a “presença constante de computadores, *tablets*, vídeos, *softwares*, na vida dos jovens e de adolescentes fora dos muros da escola, é imprescindível que tais recursos sejam articulados aos conteúdos curriculares e façam parte da rotina escolar de

todos os alunos” (RODRIGUES, 2013, p. 1). Apesar das possibilidades apontadas pela literatura educacional, a realidade do ensino brasileiro, no sentido de inclusão desses recursos na prática pedagógica, está longe de ser satisfatória. São muitas as razões para isso, nesta seção serão apontadas algumas questões e reflexões sobre a prática com o uso de RED.

Mesmo com a proliferação de portais e repositórios digitais contendo RED em todo o mundo, os RED não atingiram o nível de uso esperado. Amiel (2013) aponta especial atenção a questões relativas aos repositórios, mais especificamente a primeira, segunda e terceira fases do ciclo de Collis e Strijker (2004), criação, etiquetamento e oferta.

Alguns problemas incluem a multiplicação de complexos esquemas de metadados, sustentabilidade, remuneração e reconhecimento, além da falta de alinhamento entre o desenvolvimento dos recursos e contextos de uso (AMIEL, 2013, p. 120).

Ainda sobre os repositórios, Rossini (2010) analisou vários dos repositórios brasileiros, tanto de RED como de teses e dissertações, apontando falta de dados, dados conflitantes ou falta de clareza nos termos de uso em muitos dos projetos. “Esses entraves limitam o potencial de uso desses recursos por usuários finais como professores e alunos” (AMIEL, 2013, p.121). A falta de prioridade em formatos de arquivos também foi apontada como uma dificuldade na utilização e reutilização desses recursos, pois muitos desses são recursos abertos e com isso sua modificação fica dificultada por uma questão técnica.

Sendo assim, deve-se considerar a restrição que se cria quando um recurso é disponibilizado em sua fonte original ou compilado (código-fonte versus executável); quando se disponibiliza o documento em um formato não editável ou de difícil modificação (PDF versus TXT); se o recurso é disponibilizado em um formato proprietário/não especificado ou formato aberto/padrão e se este está disponível

(DOC ou RTF versus ODT ou HTML)
(AMIEL, 2013, p. 121).

Sobre os formatos e suas dificuldades de uso, cabe ressaltar dois formatos muito comuns, os arquivos *flash* e java. O Adobe Flash, ou Macromedia Flash, foi muito utilizado nos desenvolvimentos de hipermídias, jogos e animações, enquanto que em java existe uma grande quantidade de simulações. Os arquivos gerados pelo flash geralmente eram executados em navegadores de internet, que cada vez mais não têm oferecido suporte devido, em especial por questões de segurança, dificultando a execução por parte de usuários menos hábeis com a tecnologia, sendo necessária a instalação de *plugin* específico da Adobe. Os arquivos java, da mesma forma, necessitam de *plugin*, geralmente não incorporados ao sistema operacional, dificultando sua execução imediata.

Projetos que proponham o uso de recursos digitais em espaços escolares não estão imunes a problemas já conhecidos, como a falta de infraestrutura, capacitação, formação continuada, manutenção de equipamentos e apoio ao docente (AMIEL, 2006).

Em pesquisa com professores, Sringhen (2016) identificou ao menos duas grandes questões relacionadas à infraestrutura: o acesso à internet costuma ser ruim ou inexistente e a quantidade de equipamentos raramente consegue atender a demanda de alunos nas escolas. Já o trabalho de Rosa (2013) aponta para receios de outra natureza: a falta de domínio no uso das tecnologias por parte dos professores; número de aulas e quantidade de conteúdos a serem trabalhados; receio de não corresponderem às expectativas dos alunos.

Moran (2006) afirma que em geral os docentes têm dificuldades com o domínio das tecnologias, e em consequência mantêm uma estrutura repressiva, controladora, repetidora. Muitos tentam mudar, mas não sabem bem como fazê-lo e não se sentem preparados para experimentar com segurança. Rosa (2013) reflete a esse respeito trazendo a preocupação para a parte pedagógica no uso da tecnologia, não meramente instrumental, afinal as tecnologias não são salvadoras, mas podem fazer parte do método de ensino do professor.

É importante ressaltar que é preciso mais do que um simples domínio instrumental, torna-se necessário um conhecimento das potencialidades proporcionadas por cada tipo de tecnologia de acordo com cada método de ensino a ser aplicado. O professor precisa ser reflexivo e se questionar: De que modo pode esta tecnologia favorecer ao meu trabalho docente? De que modo pode ela transformar a minha atividade, criando novos objetivos, novos processos de trabalho, novos modos de interação com os meus alunos? (ROSA, 2013, p. 222).

O uso das tecnologias exige um esforço de modificação de concepções e práticas de ensino, que em muitos casos o professor não está propenso a fazer, sabe-se que não é tarefa fácil, pois é preciso persistência e empenho, como aponta Rosa (2013).

Em contrapartida às dificuldades enfrentadas pelos professores, encontra-se na literatura uma série de artigos que visam investigar e utilizar tecnologias digitais no ambiente escolar.

A título de exemplo, ao se realizar uma pesquisa no *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, encontram-se alguns títulos de trabalhos que vão ao encontro do que já fora mencionado: “Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de Eletricidade”, “Estudo do lançamento vertical: uma proposta de ensino por meio de objetos de aprendizagem”, “Desenvolvendo práticas investigativas no Ensino Médio: o uso de um Objeto de Aprendizagem no estudo da Força de Lorentz”, “Objeto virtual de aprendizagem no ensino de Astronomia: Algumas situações problemas propostas a partir do software Stellarium”, “Objeto de Aprendizagem: Máquinas Térmicas”, “Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico”, “Novas tecnologias no estudo de ondas sonoras”, “Máscara espectrográfica para registro digital de espectros de fontes brilhantes”, “Ensino de Física mediado por tecnologias digitais de informação e comunicação e a literacia científica”, “Atividades experimentais e

simulações computacionais: integração para a construção de conceitos de transferência de energia térmica no Ensino Médio”.

1.2.4 Ciclo de vida

Para Collis e Strijker (2004), o ciclo de vida de um objeto educacional passa por seis passos: criação, etiquetamento, oferta, seleção, uso e retenção. Os primeiros três estágios são prioritariamente relacionados aos fornecedores, enquanto os três últimos estão focados nos usuários dos recursos. Respeitando a idealização de Collis e Strijker, ampliaremos o conceito de OE para Recurso Educacional Digital, mesmo sabendo de suas ligeiras diferenças, conforme já citado neste trabalho.

O primeiro estágio do ciclo é o de obtenção ou criação do RED. “Objetos de aprendizagem são desenvolvidos na forma digital partindo-se do zero ou a partir do uso de moldes (*templates*) que auxiliam a criação estruturada e consistente dos materiais” (BRAGA, 2014, p. 67). Um objeto educacional pode ser adaptado para diferentes contextos e cenários. As justificativas e razões pelas quais criam-se um recurso variam dependendo dos possíveis contextos de aprendizagem. “Um professor pode desenvolver um RED para simular o comportamento de alguma equação de maneira a explicar melhor esse tipo de assunto para os seus estudantes” (BRAGA, 2014, p. 67).

O etiquetamento de um RED é o segundo estágio do ciclo de vida, refere-se à inserção dos metadados² sobre o RED. Poderá ser realizado de diferentes formas. Os metadados podem ser fornecidos apenas com informações bastante básicas dos recursos, por exemplo, o título ou o assunto, mas sem utilizar qualquer padrão específico de metadados, ou fornecendo uma descrição mais completa e utilizando um padrão como o OBAA.

“Esse estágio pode ser considerado como um processo constante, uma vez que a informação sobre o objeto pode ser acrescida sempre que o recurso é acessado e utilizado”

² Metadados: etiquetas identificadoras do conteúdo de um RED, que descrevem como, onde e por quem foram desenvolvidos, para qual segmento são destinados, seu tamanho, aplicação e outras informações relevantes (ROSSI, 2012).

(BRAGA, 2014, p. 67). A fase de etiquetamento será essencial no compartilhamento e uso desse recurso, visto que toda a informação fornecida nesta etapa será posteriormente utilizada pelos mecanismos de busca e recuperação.

O terceiro estágio do ciclo de vida de Collis e Strijker é a oferta. Pode-se entender como a publicação dos RED para que o público-alvo seja capaz de acessá-los. Sendo assim, é necessário decidir como e onde o RED deve ser disponibilizado. De forma geral, esses conteúdos são disponibilizados em repositórios de recursos educacionais digitais, tais como o BIOE, ou mesmo dentro de um ambiente virtual de aprendizagem.

A seleção é o quarto estágio do ciclo de vida de um RED. Os RED serão buscados dentro de repositórios e selecionados de acordo com as necessidades dos usuários. “Diversos fatores podem influenciar na decisão [...] como por exemplo, a recomendação de colegas, anúncios, custo de uso e propriedade, granularidade (tamanho), entre outros” (BRAGA, 2014, p. 68). Esse estágio é crítico para o ciclo de vida do OA, uma vez que se um determinado recurso nunca é acessado significará o final do seu ciclo de vida. “Nessa etapa, as estratégias de fornecimento de informações sobre a qualidade dos recursos e a implementação de ferramentas para a recomendação personalizada também possuem um papel bastante importante” (BRAGA, 2014, p. 68).

O quinto estágio é o uso do RED. Um RED deve ser utilizado com ou sem adaptação, o essencial aqui é que o público-alvo, geralmente o professor, o utilize e adapte a sua pedagogia. A adaptação pode ser feita por diferentes perspectivas. Um RED “pode ser adaptado para um idioma e cultura específicos, para rodar em uma diferente plataforma, ou até mesmo para uma área de disciplina diferente” (BRAGA, 2014, p. 68). Ambas as formas de uso do RED irão depender das políticas de uso e licenciamento, e de como é o acesso do usuário ao código fonte do material.

O último passo do ciclo de vida é a retenção. “Após o seu uso, o OA pode se tornar antiquado, ou até mesmo desnecessário, e portanto ser descartado para uso futuro” (BRAGA, 2014, p. 69). Os RED podem ser atualizados, baseados ou não no mesmo código fonte, e novos metadados podem ser criados. Esse é um estágio de validação, ou o recurso é atualizado ou está bom e deve continuar no repositório.

1.3 REPOSITÓRIOS

A contínua demanda de recursos baseados na web impacta na produção e disseminação de objetos educacionais (OA). Hoje existem iniciativas de centralizar a busca desses recursos a fim de disseminar esses conteúdos de modo mais eficaz. Porque existem grandes quantidades de recursos digitais educacionais dispersos pela internet e que não são localizáveis com precisão e eficiência pelos principais motores de busca da web. Tais sistemas foram nomeados como Repositórios de Objetos de Aprendizagem (ROA) (NASCIMENTO, 2014).

Segundo Collis e Strijker (2004), e de acordo com a noção de ciclo de vida de um objeto educacional, um repositório engloba os três primeiros itens do ciclo, obtenção, etiquetamento e oferta. Para Nascimento (2009), esses sistemas têm por finalidade armazenar, classificar, recuperar e buscar qualquer recurso digital pedagógico para aplicação em ambientes de aprendizagem. Esses objetos de aprendizagem (OE) podem ser: animações, simulações, textos, mapas, experimentos, vídeos e hipertextos, entre outros.

Os repositórios de objetos de aprendizagem são bibliotecas digitais especializadas que alojam muitos tipos de RED junto com seus metadados. Alguns separam esses objetos em vários níveis de áreas temáticas, outros se centram em temas específicos ou níveis educativos. A maioria deles estão abertos a todos os usuários, outros têm a necessidade de cadastro, principalmente para enviar novos materiais.

Para McGreal (2008), os repositórios podem ser classificados em três tipos: o primeiro tipo refere-se ao repositório que possui recursos e metadados centrados em um servidor único; o segundo tipo trata-se de portais que armazenam apenas metadados e ou links de acessos a recursos de terceiros; o terceiro tipo são plataformas que contêm apenas links de acesso a sites de terceiros, sem metadados dos recursos.

Dentre centenas de opções atualmente disponíveis, podemos citar os repositórios ligados ao Ministério da Educação (MEC): Portal do Professor, Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE) e INROA.

O primeiro passo no sentido de compreender que recursos são esses é entender o que são essas plataformas, como são organizados os recursos e como se realizam as buscas.

1.3.1 BIOE

Com o intuito de aprimorar a inserção das mídias no contexto educacional e propiciar aos professores recursos pedagógicos de qualidade para serem articulados ao plano de aula, em 2008 foi desenvolvido pelo Ministério da Educação do Brasil (MEC) em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia, Rede Latino-americana de Portais Educacionais (RELPE), Organização dos Estados Ibero-americanos (OEI), o repositório “Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE)” (RODRIGUES, 2009; ALINNE, 2012).

O BIOE tem como objetivo localizar, catalogar, avaliar e disponibilizar objetos educacionais digitais elaborados em diversas mídias nas áreas de conhecimento previstas pela educação infantil, básica, profissional e superior (BRAGA, 2017). No banco, estão disponíveis recursos educacionais gratuitos de diversas mídias, idiomas e áreas do conhecimento. Em novembro de 2017, o BIOE possuía 19.842 objetos publicados.

O repositório foi desenvolvido visando integrar o Domínio Público bem como incorporar recursos ao redor do mundo; a respeito desses outros recursos o MEC contou com a participação de equipes de alunos de graduação de universidades públicas estaduais e federais, as quais foram responsáveis por pesquisar, selecionar e catalogar os recursos. Um artigo escrito por uma das universidades parceiras do BIOE explicita como se deu a parceria de seleção e catalogação dos recursos.

Com o intuito de estabelecer uma parceria com as universidades federais e estaduais para atuarem no projeto do repositório educacional do BIOE, o MEC por meio de um edital, apresentou e convidou essas instituições. Neste mesmo edital, o MEC evidenciou que este projeto seria

desenvolvido apenas por alunos de graduação, e que cada universidade seria responsável por selecionar alunos de diferentes cursos. Desse modo, ao analisar este edital a equipe da FCT/UNESP, interessada em contribuir com a formação dos alunos do curso de licenciatura, desejou participar do projeto, e no decorrer do período de seleção, entre as instituições inscritas, ela foi contemplada, tendo assim a sua parceria estabelecida com o MEC. (ALINNE, 2012, p. 113).

Figura 1. Página inicial do Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE).

The screenshot shows the homepage of the Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE). The interface is in Portuguese and includes a top navigation bar with links for 'Brasil', 'Serviços', 'Participar', 'Acesso à Informação', 'Legislação', 'Canais', and 'TV Escola'. Below the header, there are five main categories: 'educação infantil', 'ensino fundamental', 'ensino médio', 'educação profissional', and 'educação superior'. A central search area includes a 'Busca por objeto' and 'Busca por coleção' section. On the right, there's a sidebar with 'Tudo o BIOE', 'Minha conta', and 'Submissões recentes'. The main content area displays a list of objects and collections, including 'Literatura infantil, parte 1', 'Contos populares, parte 1', and 'Educação para o trânsito'.

Fonte: O autor, 2017.

1.3.2 INROA

Com a proposta de fornecer um único ponto de acesso para tantos repositórios individuais, sob a forma de um portal web com capacidade de pesquisa, o grupo de pesquisa INF-UFRGS propôs e implementou uma arquitetura federada, onde se tem uma estrutura hierárquica de federações (ROSSI, 2012).

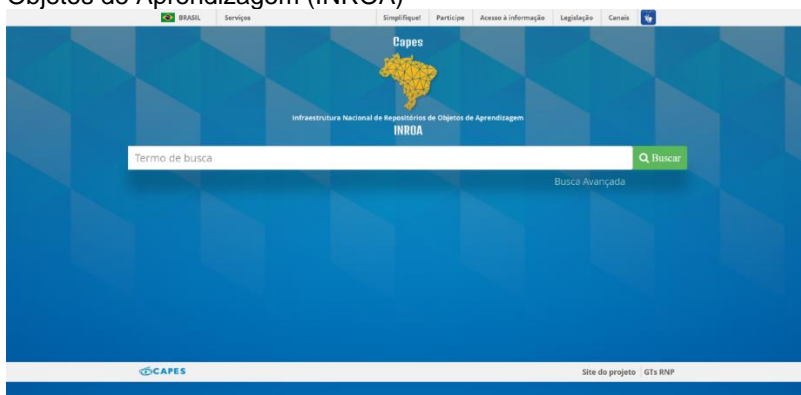
Cada federação pode ter como filhos outras federações ou repositórios autônomos, e cada federação é responsável por sua própria administração, isto é, garantir o padrão de qualidade RED, decidir quais repositórios incluir, especificar metadados (ROSSI, 2012).

Uma das exigências básicas dos repositórios de recursos digitais está em fornecer meios eficientes de catalogação de diversos recursos pedagógicos de uma maneira que permita a sua reutilização, mesmo em diferentes escopos do que foi originalmente planejado. Tendo isso em vista, o INF-UFRGS desenvolveu um padrão de metadados conhecido como OBAA (Objetos de Aprendizagem Suportados por Agentes), ancorados no Dublin Core e LOM, cujo principal objetivo é estabelecer e especificar requisitos técnicos e funcionais para recursos, a fim de melhor catalogá-los (ROSSI, 2012).

A tecnologia proposta tem a estrutura baseada em árvore, que consiste em várias federações de repositório unidas por um nó central do topo da hierarquia. Esse nó raiz é chamado de confederação. Existem duas grandes vantagens com a utilização da arquitetura federada proposta, a primeira refere-se à padronização dos metadados de recursos; a segunda à sincronização entre as diferentes federações. Essa sincronização se dá com um “robô” que verifica diariamente se os repositórios federados possuem atualização, de modo a manter o nó principal sempre com a última versão dos recursos (ROSSI, 2012).

A Infraestrutura Nacional de Repositórios de Objetos de Aprendizagem (INROA) dá materialidade a esse projeto, esse repositório hoje conta com outros seis repositórios, LISA (UFSCar), BIOE, TV Escola, Moobi (UFSC), SEB e American English Áudios.

Figura 2. Página inicial da Infraestrutura Nacional de Repositórios de Objetos de Aprendizagem (INROA)



Fonte: O autor, 2017.

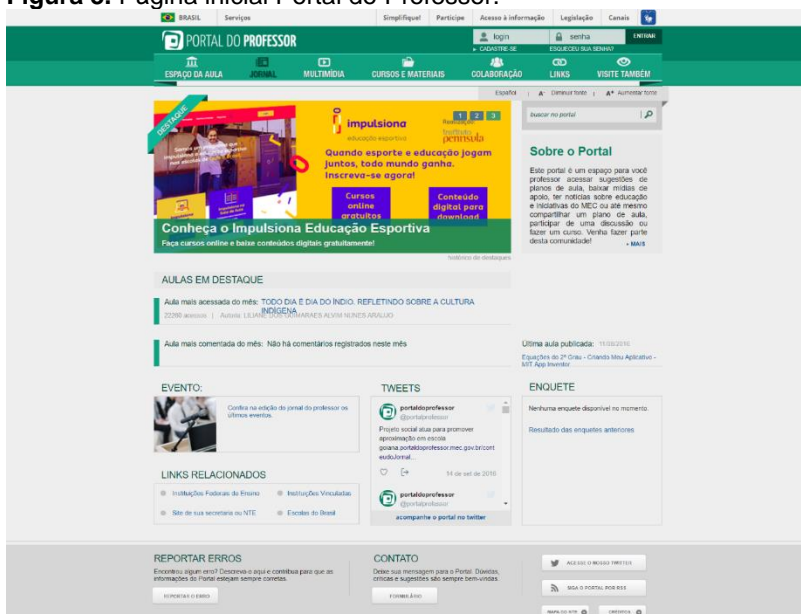
1.3.3 Portal do Professor

Iniciado em 2008 em parceria com o Ministério da Ciência e Tecnologia, seu objetivo é apoiar os processos de formação dos professores brasileiros e enriquecer a sua prática pedagógica, bem como corroborar com o processo de inserção da informática na educação. Nesse sentido, o Portal do Professor visa integrar os professores nessa nova realidade, de forma a unificar a política de qualificação de infraestrutura das diversas escolas públicas em todo o Brasil (BRAGA, 2017; RODRIGUES, 2010).

O Portal do Professor é um espaço público e pode ser acessado por todos os interessados, há troca de experiências entre professores do ensino fundamental e médio e recursos que podem auxiliar diferentes atividades. (RODRIGUES, 2010; BRAGA, 2017).

O acervo publicado de recursos do Portal do Professor é, na realidade, cedido pelo Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE), o BIOE, portanto, está integrado ao Portal do Professor. O que irá diferenciá-los são suas ferramentas de busca.

Figura 3. Página inicial Portal do Professor.



Fonte: O autor, 2017.

1.4 MÍDIA-EDUCAÇÃO

Nas últimas décadas, a pesquisa em Educação tem buscado alternativas teóricas e práticas para que a escola se torne um espaço de formação cidadã. A Mídia-Educação “é ao mesmo tempo um campo de reflexão teórica sobre as práticas culturais e um fazer educativo, e assim pode constituir-se como um espaço de aproximação significativa entre cultura, educação e cidadania.” (FANTIN; GIRARDELLO, 2009, p. 79). Ainda sobre a mídia-educação, em linhas gerais Lapa (2017) descreve:

A mídia educação propõe uma perspectiva metodológica que transcende o domínio da técnica e se ancora em uma concepção construtivista, que concebe a educação como um processo ativo, de formação do cidadão autônomo capaz de usar, como protagonista, os meios de comunicação disponíveis para assegurar seus direitos e ter uma participação ativa na sociedade. Trata

de uma educação com mídias, mas também para as mídias e por meio de mídias (LAPA, 2017 p. 4).

Para a Lei n. 9.394/1996 (LDB), a formação básica do cidadão vem mediante “a compreensão do ambiente natural e social, do sistema político, da tecnologia, das artes e dos valores em que se fundamenta a sociedade” (BRASIL, 1996), o que evidencia um incentivo para a formação cultural na educação básica.

E, ainda, as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica citam o consumo excessivo e a individualização exagerada que nosso contexto contemporâneo configura, propondo como solução oferecer uma formação crítica que “ao mesmo tempo em que se vale dos recursos midiáticos como instrumentos relevantes no processo de aprendizagem [...] pode favorecer o diálogo e a comunicação entre professores e alunos” (BRASIL, 2013, p. 111).

Para Lapa (2017), os usos das mídias favorecem a formação do cidadão, tanto a exigir conteúdos de melhor qualidade, bem como poder expressar-se de modo crítico, utilizando novas linguagens que as tecnologias estão propiciando.

Fazer das mídias objetos de estudo na escola significa formar o cidadão capaz de exigir das mídias de massas (os donos da voz) mercadorias (mensagens, conteúdos) de qualidade, adequadas aos objetivos comunicacionais e educativos previstos na lei e não cumpridos. Cidadão também capaz de lutar, utilizando os canais da democracia e as mídias, para exigir regulação da comunicação de na massa no Brasil (a voz dos donos). Assim, ele seria formado para fazer uma leitura crítica das mensagens e recusar as que contradigam princípios éticos, estéticos e educativos. E, por fim, para poder expressar-se de modo crítico, utilizando todas as linguagens e ferramentas de informação e comunicação que o avanço técnico coloca à disposição da sociedade (LAPA, 2017 p. 9).

Há emergência de formação crítica, tanto na leitura das mídias, que pode ser proposta na escola, quanto criativa, na possibilidade de produção de mídias. Dessa forma, é fundamental compreendermos as TDIC como suportes para linguagens e códigos que povoam nossos campos cognitivos e imaginários.

A integração das TDIC ao currículo potencializa o desenvolvimento das habilidades de escolha, entre um leque de informações ligadas de modo alinear ou a criação de novos caminhos; incita a escrita para representar as próprias ideias, a leitura e interpretação do pensamento do outro, expresso em textos por meio de palavras ou com o uso de diferentes linguagens e modos de representação, tais como imagens, sons e vídeos articulados em hipertextos (ALMEIDA; VALENTE, 2011).

A partir da Mídia-Educação, o currículo é visto como prática cultural que se mostra como um caminho para educar de novas maneiras (FANTIN, 2012). As práticas escolares tradicionais, ao contrário do que é previsto nos documentos oficiais, nem sempre incentivam a participação ou a formação cidadã, pois tornam as tecnologias apenas mais um conteúdo ou uma ferramenta de instrução (BONILLA, 2012, p. 77).

O cenário da integração ainda é diverso, existem experiências inovadoras nas atividades comunicativas da escola coabitando com atividades tradicionais, embasadas em restrições ou em aulas tradicionais com TDIC (BONILLA, 2012). Obviamente, a adequação da escola às novas práticas ocorre lentamente, pois dependem de diversas políticas específicas para reestruturação do espaço físico e formação dos professores e gestores.

Nesta reestruturação cultural dos currículos escolares, os aspectos relacionados ao digital são importantes para a Mídia-Educação. O “novo” contexto do digital proporciona mudanças de comportamentos interessantes para uma integração das TDIC ao currículo. Isto é, uma cultura com barreiras relativamente baixas para a expressão artística e engajamento civil, com forte apoio para criar e compartilhar suas produções, e algum tipo de mentoria informal onde aquele que é conhecido como o mais experiente ensina aos novatos. Uma cultura participativa é também aquela onde os membros acreditam que suas

contribuições importam, e sentem algum grau de conexão social um com o outro (JENKINS et al., 2009).

Essa cultura participativa permeia os ambientes colaborativos constituídos pelas TDIC e suas mídias, gerando espaços e suportes para a produção de conhecimentos de maneira descentralizada. Além disso, é imperativo utilizar as TDIC para ampliar uma dimensão espaço-temporal da escola (BARCHECHATH et al., 2009) com os meios de comunicação, promovendo assim a democratização na produção/construção de conhecimento e de linguagem.

O digital propicia um processo de convergência de dados em que conhecimentos e aparatos tecnológicos criam ambientes de acesso, armazenamento, produção, consumo e transmissão de informações em rede. Dessa forma, as TDIC são ferramentas cognitivas para “a construção de conhecimentos mediante [...] processos ativos e participativos de aprendizagem” (SOSSAI et al., 2009, p. 31).

Esse contexto tem sido chamado de cultura digital, que gera a desestabilização do conhecimento estanque e o suporte a novos comportamentos colaborativos, além de possibilitar a divulgação menos centralizada, mais distribuída e difusa.

As redes de comunicação e partilha de dados configuram, então, um fluxo de reapropriação constante de bens culturais de natureza imaterial (SILVEIRA, 2008), em que na “possibilidade tecnológica que temos hoje, de cortar as coisas em lugares que antes não podia, há outra margem de manobra” (CASTRO, 2013, p. 93).

Na perspectiva da produção cultural e midiática, Lankshear (2006) destaca que o surgimento de diferentes práticas sociais e culturais configuram o meio digital. Para o autor, as formas como se produz conhecimento mudaram em um movimento de paradigmas em oposição: o moderno e pós-moderno, como observa-se neste quadro:

Quadro 1. Comparação da mudança entre os paradigmas moderno e pós-moderno

Paradigma Moderno/industrial	Paradigma Pós-moderno / pós-industrial / Sociedade do Conhecimento
Singular/Uniforme Centrado Monolítico Fechado/Delimitado Localizado/Concentrado Estável/Fixo Linear Orientado a empurrar Individualizado	Múltiplo Descentrado Dispersivo, modular Aberto/Ilimitado Distribuído Dinâmico/Fluído/Flexível Não linear Orientado a puxar Agregador/Colaborativo/Coletivo

Fonte: Lankshear e Knobel (2006, p. 53, tradução nossa).

A mídia-educação vai tratar, portanto, de uma educação com e para mídias, como apontado por Lapa (2017), visto que existe consenso de que as TDIC são uma ferramenta poderosa para melhorar o processo educacional. Tanto os professores quanto os estudantes sentem que o uso de TIC contribui grandemente para a motivação e aprendizagem (ROSSINI, 2012).

A mídia-educação, como área de estudo, tem buscado compreender pressupostos que apontam no sentido de se entender como se dá essa prática educativa e suas consequências. Um dos consensos está na mudança de paradigma, no sentido de o professor não ser o único detentor do conhecimento, os estudantes têm acesso a diversas informações, o que muda ou deveria mudar as práticas educacionais.

2 BUSCA, SELEÇÃO E CATALOGAÇÃO DE RECURSOS EDUCACIONAIS DE FÍSICA MODERNA

Considerando que um dos principais desafios do educador, ao se deparar com um repositório de objetos educacionais, está em encontrar o recurso que atenda a sua necessidade, é conveniente separar essa busca em três partes: a escolha dos termos da busca, a seleção dos recursos mais interessantes, do ponto de vista dos objetivos pedagógicos almejados, e, por fim, guardar os recursos que forem adequados.

Nesse sentido, este trabalho procura contribuir com o enfrentamento deste desafio, apresentando uma seleção e catalogação a partir de uma busca sistematizada em três repositórios, excluindo recursos repetidos, os quais por vezes podem estar com metadados diferentes em cada um desses repositórios.

A busca nesses diferentes portais ajudará a perceber as coerências dos sistemas de busca, e quantos desses recursos estão sendo replicados. Devido às diferenças de desenvolvimento dessas ferramentas de busca, espera-se que uma maior variedade de recursos seja encontrada, assegurando que essa amostragem esteja em melhor acordo com recursos existentes nas plataformas brasileiras.

Cazella (2011, p. 2) aponta que “[...] por vezes uma simples busca gera resultados irrelevantes e em muitos casos em grande quantidade ao usuário, não atendendo a necessidade real do mesmo”. Dessa forma, pode prejudicar significativamente a integração desses recursos no processo de ensino-aprendizagem de Física, uma vez que em sua maioria os professores não têm tempo suficiente para buscar e analisar cada um dos recursos encontrados.

Nos repositórios de recursos, a busca pode ser realizada com o uso das ferramentas de busca simples, com filtro ou avançada, que é o caso do BIOE. “Por outro lado, observa-se que os sistemas de busca acabam retornando muitos conteúdos irrelevantes, causando uma sobrecarga de resultados ao usuário” (CAZELLA, 2011, p. 2). Isso comprova a necessidade de saber como se realiza uma busca adequada em cada um desses repositórios, bem como a fragilidade de cada ferramenta de busca.

Portanto, este capítulo tem como finalidade buscar, selecionar e catalogar uma amostragem dos RED de física moderna – nos repositórios INROA, BIOE e Portal do Professor – a fim de conhecer quais são os recursos existentes nesses repositórios.

2.1 BUSCAS

Em consulta prévia aos repositórios, observou-se que os sistemas de busca trabalham bem com palavras únicas, mas ao associar duas palavras o resultado costuma ser prejudicado. Por exemplo, ao utilizar o termo “física quântica”, a busca ocorrerá para cada uma das palavras, juntas ou não. No INROA o termo “física” apresenta 1040 resultados, e o termo “moderna” 58, e “Física moderna” 1081, o que é a composição das duas sem os repetidos. Por esse motivo, optou-se por utilizar palavras não compostas. Poder-se-ia escolher palavras específicas que contemplem cada um dos conhecimentos específicos, como por exemplo: “laser”, “radioatividade”, “fissão”, “fusão”, “semicondutores”, “supercondutores”, porém seria necessário uma escolha mais criteriosa e tempo de análise maior que o disponível no desenvolvimento deste trabalho.

Além disso, conforme apresentado, os metadados dos RED foram incluídos por universidades, assim pode-se supor que palavras mais gerais foram utilizadas para descrever esses recursos. Palavras mais gerais que descrevem resultados de física moderna são os descritores “moderna”, “quântica”, “relatividade”, com seus respectivos termos em inglês “Modern”, “relativity” e “quantum”, que foram utilizados neste trabalho.

A seguir são apresentados na tabela 1 os números de recursos encontrados para cada descritor, em cada um dos repositórios.

Tabela 1. Número de RED x descritor.

	BIOE	INROA	Portal do Professor
Moderna	40	58	397
Modern	40	6	397
Quântica	152	34	72
Quantum	62	7	15
Relatividade	15	36	97
Relativity	13	4	9

Fonte: O autor, 2017.

2.2 SELEÇÃO

2.2.1 Recursos de Física Moderna x total de resultados

Sabe-se, no entanto, que parte dos resultados podem não estar associados a recursos de física, ou ainda que não estão associadas à temática escolhida. Foi necessário verificar quais resultados são recursos de Física Moderna. Essa análise se deu em dois momentos, o primeiro ocorreu durante os resultados de busca, por meio de análise dos metadados (título, descrição, tags etc), etapa na qual ocorreram as primeiras exclusões de recursos que foram analisados.

Ao separar recursos que poderiam ser de FMC, baseados nos seus metadados, foi aberto/executado cada um dos recursos, julgando-se com base na experiência do autor a respeito da categorização de cada recurso. Os números

absolutos de RED, associados a FMC, para cada termo da pesquisa, estão apresentados na tabela 2.

Tabela 2. Número de RED x descritor, associados à física moderna.

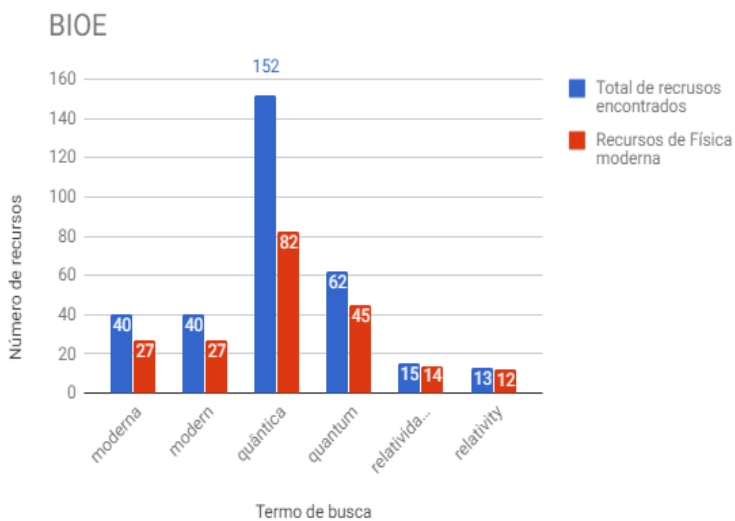
	BIOE	INROA	Portal do Professor
Moderna	27	15	43
Modern	27	5	43
Quântica	82	32	57
Quantum	45	5	13
Relatividade	14	23	37
Relativity	12	4	5

Fonte: O autor, 2017.

A lista com os nomes de cada um desses recursos de FMC, para cada um dos repositórios, de acordo com sua temática, pode ser encontrada no Apêndice A.

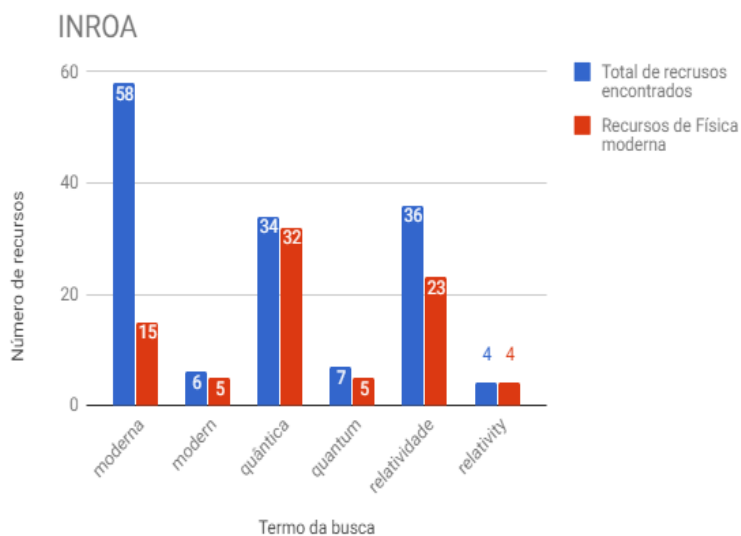
Os gráficos 1, 2 e 3 apresentam uma comparação entre os recursos encontrados totais e os recursos válidos, associados à Física Moderna para cada plataforma de RED.

Gráfico 1. Resultados totais x Resultados válidos para cada termo da pesquisa - BIOE



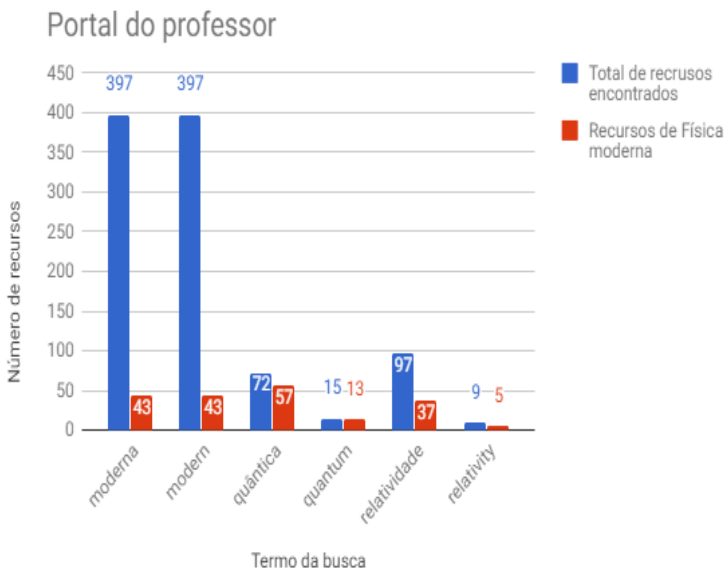
Fonte: O autor, 2017.

Gráfico 2. Resultados totais x Resultados válidos para cada termo da pesquisa - INROA



Fonte: O autor, 2017.

Gráfico 3. Resultados totais x Resultados válidos para cada termo da pesquisa - Portal do Professor



Fonte: O autor, 2017

Como se pode perceber, a informação mais discrepante está no descritor “moderna” e seu termo associado no Portal do Professor e no INROA. Isso ocorre devido à grande quantidade de recursos tipicamente de história e português, relacionados ao modernismo ou à idade moderna. O mesmo não ocorreu no BIOE, pois utilizou-se sua busca avançada adicionando o termo “Física” como componente curricular necessário.

Outra discrepância interessante está no termo “quântica” no BIOE, a qual ocorreu pois existem vários recursos com temática mais abrangente como “ondulatória” ou “oscilador massa-mola” que podem ser utilizados no contexto de quântica, mas entendeu-se que são recursos mais gerais, ou mesmo tipicamente de “mecânica” e que poderiam ser utilizados em diversos contextos.

2.2.2 Recursos Repetidos

Muitas vezes, um mesmo RED pode ser encontrado com termos de busca diferentes. Essa repetição de recursos precisa ser retirada, assim essa nova análise permite separar recursos únicos em cada um dos repositórios.

Após criar tabelas para cada base de dados e descritor, os recursos relativos a cada repositório foram agrupados. Assim, para a planilha do BIOE havia uma lista de recursos com os termos “moderna”, “quântica”, “relatividade”, “Modern”, “relativity” e “quantum”. Organizados em ordem alfabética, foi possível identificar, com base em seus títulos, recursos repetidos para cada descritor diferente; em caso de igualdade, manteve-se apenas um desses. A tabela 3 apresenta a quantidade de recursos únicos para cada um dos repositórios.

Tabela 3. Número de recursos únicos por base de dados.

Base de dados	Número de recursos
BIOE	132
INROA	65
Portal do Professor	128

Fonte: O autor, 2017.

Sabe-se ainda que o total de recursos não se trata da soma simples dos recursos de cada portal, pois entre eles existem recursos iguais.

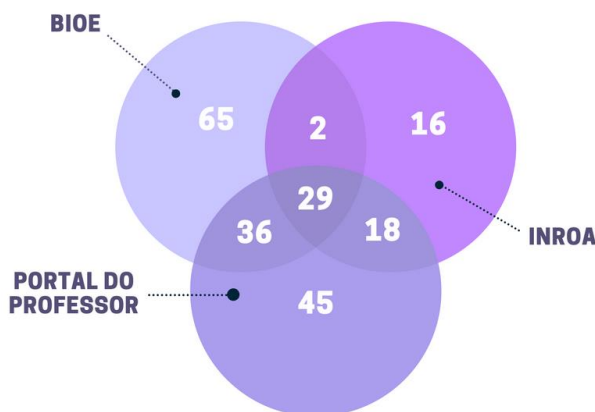
A fim de fazer essa verificação, novas planilhas foram geradas, agrupando-se cada uma das geradas anteriormente, ou seja, os recursos únicos de cada um dos repositórios. Ordenando-se os recursos em ordem alfabética, identificou-se quais títulos eram iguais; ao compará-los, abriu-se cada um dos documentos a fim de verificar essa repetição.

Foi possível diagnosticar quais desses recursos foram encontrados em mais de um repositório, e a planilha que foi

elaborada conta com várias colunas: nome do recurso, BIOE, INROA, Portal do Professor, e está apresentada no **Apêndice B**.

Ilustra-se o resultado dessa nova análise utilizando-se o diagrama de Venn, representando o conjunto de RED encontrados em cada um dos portais e quais desses possuem os mesmos recursos indexados às suas bases.

Figura 4. Diagrama de Venn: total de RED encontrados em cada repositório: BIOE, INROA e Portal do Professor.



Fonte: O autor, 2017.

Somando-se cada RED não repetido, encontram-se 211 recursos (a tabela com cada um desses recursos pode ser visualizada no **apêndice B**).

Observa-se no diagrama a grande presença de RED no Portal do Professor e BIOE, tendo o primeiro incorporado muitos dos recursos indexados também pelo BIOE e INROA. No portal no professor, foram encontrados 128 dos 211 recursos, e apenas 45 deles não foram encontrados nos outros repositórios com esses descritores. Semelhante a isso, no BIOE foram encontrados 132 dos 211 RED, e apenas 65 desses não foram encontrados nos outros dois. O INROA ficou com 65 recursos ao todo, e 16 recursos encontrados apenas nele.

Assim, 126 recursos foram encontrados em apenas um desses repositórios, o que representa cerca de 60% dos

resultados encontrados, e isso valida a necessidade de busca em diferentes locais.

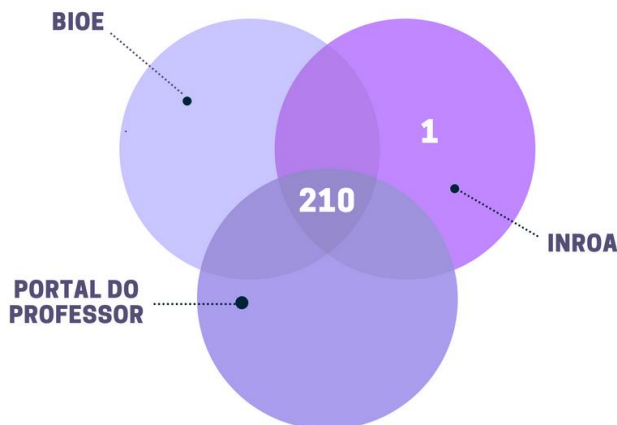
Apesar das diferenças entre os recursos encontrados em cada portal, ao analisar com cuidado cada um dos 18 itens localizados no INROA e no Portal do Professor percebe-se que tais recursos também estão presentes no BIOE; essa verificação se deu por meio de pesquisas baseadas nos metadados dos mesmos, ou seja, tudo indica que os recursos de FMC na verdade estão todos no BIOE, porém indexados de forma diferente em cada um desses portais.

Seguindo a classificação de McGreal (2008), o repositório do INROA e o Portal do Professor são classificados como tipo dois, pois armazenam apenas metadados e o links de acessos a recursos de terceiros. São terceiros para o INROA: o BIOE, TV-escola, LISA, Moobi (UFSC), SEB e American English Áudios. Para o Portal do Professor, são terceiros apenas o BIOE.

Ao analisar os recursos unicamente encontrados no INROA, verifica-se que dos 16 itens apenas 1 deles não é do BIOE originalmente. Esse RED tem o título “Buracos negros” e é originário da TV-escola. Como se sabe, o Portal do Professor só possui recursos do BIOE e, portanto, dos 45 itens encontrados, todos estão no BIOE.

Logo, dos 211 recursos de FMC, apenas um deles encontra-se em um repositório que não é o BIOE e, portanto, só poderia ser encontrado em um desses portais, o INROA, ou ainda na TV-escola, que não é alvo deste trabalho. A figura 5 sintetiza essas ideias por meio do diagrama de Venn, indicando que esse recurso poderia ser encontrado em cada um dos repositórios.

Figura 5. Diagrama de Venn: Número de RED de FMC que estavam disponíveis por repositório, BIOE, INROA, Portal do Professor, dentre aqueles encontrados na pesquisa.



Fonte: O autor, 2017.

O BIOE, que está incorporado tanto no INROA quanto no Portal do Professor, possui 210 dos 211 RED encontrados. Ressaltam-se aqui as diferenças em cada sistema de busca e explicita-se a existência de recursos de FMC originários do BIOE.

2.3 CATALOGAÇÃO/ORGANIZAÇÃO

Dentre as formas de organização possíveis para os RED, optou-se por separá-las em diferentes tipos: animação, simulação, áudio, vídeo, documento de texto, jogo, imagem e hipermídia. O objetivo está em compreender melhor o que são esses recursos e ainda facilitar uma busca posterior.

Não foi utilizado qualquer metadado disponível nos repositórios, ao contrário: foram abertos cada um dos recursos, buscando identificar seu tipo, seguindo o entendimento apresentado no item 1.2.2.

A tabela 4 apresenta o número do recurso com seus respectivos tipos de mídia. O número do recurso está associado ao título do recurso, que pode ser encontrado no **Apêndice C**.

Tabela 4. Tipos de mídia para cada recurso.

	Animação	Áudio	Hipermídia	Imagem	Jogo	Texto	Simulação	Vídeo
1								X
2						X		X
3						X		X
4						X		X
5					X	X		
6				X				
7		X				X		
8								
9							X	
10								X
11						X		X
12							X	
13								X
14			X					
15			X					
16								X
17						X		X
18			X					
19								X
20			X					
21			X					
22			X					
23			X					

	Animação	Áudio	Hipermídia	Imagem	Jogo	Texto	Simulação	Vídeo
24						X		X
25				X				
26						X		X
27						X		X
28			X					
29							X	
30								
31							X	
32							X	
33				X				
34							X	
35							X	
36							X	
37			X					
38							X	
39								
40							X	
41							X	
42								
43								
44							X	
45						X		X
46								
47		X				X		
48						X		X
49		X				X		
50			X			X		

	Animação	Áudio	Hipermídia	Imagem	Jogo	Texto	Simulação	Vídeo
51			X			X		
52		X				X		
53		X				X		
54			X					
55			X					
56			X					
57						X		X
58						X		X
59	X					X		
60							X	
61							X	
62							X	
63							X	
64						X		X
65							X	
66				X				
67							X	
68							X	
69				X				
70					X	X		
71							X	
72				X				
73						X		X
74			X			X		
75							X	
76							X	
77				X				

	Animação	Áudio	Hipermídia	Imagem	Jogo	Texto	Simulação	Vídeo
78							X	
79							X	
80							X	
81			X					
82								
83							X	
84							X	
85							X	
86							X	
87			X					
88							X	
89							X	
90							X	
91							X	
92							X	
93							X	
94							X	
95							X	
96							X	
97							X	
98							X	
99							X	
100							X	
101							X	
102							X	
103							X	
104							X	

	Animação	Áudio	Hipermídia	Imagem	Jogo	Texto	Simulação	Vídeo
105							X	
106							X	
107							X	
108							X	
109							X	
110							X	
111							X	
112							X	
113							X	
114							X	
115							X	
116							X	
117							X	
118								X
119			X					
120							X	
121							X	
122							X	
123							X	
124							X	
125							X	
126							X	
127							X	
128							X	
129							X	
130							X	
131							X	

	Animação	Áudio	Hipermídia	Imagem	Jogo	Texto	Simulação	Vídeo
132							X	
133			X					
134		X				X		
135		X				X		
136		X				X		
137						X		X
138						X		X
139						X		Z
140					X	X		
141		X				X		
142					X	X		
143					X	X		
144						X		X
145								X
146								X
147								X
148						X		
149								X
150						X		
151							X	
152			X					
153						X		X
154			X					
155							X	
156							X	
157							X	
158							X	

	Animação	Áudio	Hipermídia	Imagem	Jogo	Texto	Simulação	Vídeo
159							X	
160							X	
161							X	
162								
163		X				X		
164							X	
165								X
166								X
167								X
168						X		X
169							X	
170							X	
171			X					
172			X					
173			X					
174			X					
175		X				X		
176			X					
177		X						
178							X	
179								X
180			X					
181			X					
182		X						
183		X				X		
184							X	
185		X				X		

	Animação	Áudio	Hipermídia	Imagem	Jogo	Texto	Simulação	Vídeo
186		X				X		
187						X		X
188							X	
189							X	
190							X	
191		X						
192								X
193							X	
194		X						
195							X	
196							X	
197							X	
198								X
199						X		
201							X	
203						X		X
204		X				X		
205		X				X		
206			X					
207							X	
208			X					
209							X	
210							X	
211							X	

Fonte: O autor, 2017.

A única animação tem o título *Espectroscopia - Astrônomo Mirim*, trata-se de um recurso da Rede Internacional Virtual de Educação (RIVED), desenvolvido em Adobe Flash.

Os áudios são programas de rádio, quase todos acompanhados de um guia de aula. A maior parte desses recursos foram desenvolvidos através do projeto Condigital MEC, produzidos em parceria com a Universidade Federal de Santa Maria, Instituto Brasileiro de Educação e Tecnologia de Formação a Distância (IBTF), Instituto Galileo Galilei para a Educação (IGGE), Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e Universidade Federal de São Paulo (USP). Dois RED são aulas ministradas em língua estrangeira, inglês, desenvolvido pela Yale University.

As hipermídias podem ser entendidas em duas categorias: os arquivos em flash e arquivos html com vários links com textos mais longos e explicativos. Alguns desses recursos fazem parte do projeto Condigital MEC, desenvolvido em parceria com Grupo de Trabalho de Produção de Conteúdos Digitais Educacionais da Secretaria de Educação do Estado da Bahia, IBTF, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio), Universidade do Estado da Bahia (UNEB) e IGGE. Outros foram desenvolvidos pela RIVED e Universidad del País Vasco.

As imagens são dos físicos James Clerk Maxwell, Richard Feynman, Niels Bohr, Werner Karl Heisenberg, Max Karl Ernst Ludwig Planck, Paul Dirac e Albert Einstein. Todas as imagens são do ponto ciencia.org e enviadas pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Os jogos encontrados são arquivos do adobe flash (.swf) interativos. Os jogos são semelhantes a: força, caça-palavras, corrida de carro, dardos e tiro. Quase todos são apresentados como analogias a situações quânticas e possuem guias didáticos associados. Os projetos são da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), RIVED e do Grupo de Pesquisa e Produção de Ambientes Interativos e Objetos de Aprendizagem (PROATIVA – UFC).

As simulações são recursos de outras plataformas, como é o caso dos recursos da University of Colorado – Physics Education Technology (PhET) e do Wolfram, que juntos somam 91 das 97 simulações, com aproximadamente 15% do PhET e 67% Wolfram. As simulações do PhET encontradas, em sua

maioria, são aplicações Java, apenas um arquivo Flash; já as simulações do Wolfram devem ser executadas na aplicação MathematicaPlayer. As simulações do Wolfram, de forma geral, tratam de conceitos científicos densos, como oscilador mecânico-quântico, condensador de Bose-Einstein, modelo de colisão de elétrons, que geram representações gráficas e que podem ser modificadas pelas variáveis de controle. São destinadas ao ensino superior e especializações. Já os recursos do PhET são destinados ao ensino da Física escolar, e em sua maioria abordam temas mais iniciais do ensino de Física.

Os textos encontrados estão associados a outro tipo de recurso: 1 animação, 17 áudios, 3 hipermídias, 5 jogos e 20 vídeos. Os textos são guias didáticos voltados ao professor (96% dos casos). Boa parte dos recursos pertencem ao Projeto Condigital MEC e foram desenvolvidos em parceria com: Grupo de Trabalho de Produção de Conteúdos Digitais Educacionais da Secretaria de Educação do Estado da Bahia, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), Projeto ACESSA Física – Instituto Brasileiro de Educação e Tecnologia de Formação a Distância (IBTF), PUC-Rio, IGGE, UFSM e RIVED.

Os vídeos podem ser divididos em três tipos de conteúdo – história de personalidades da ciência, introdução a uma temática e experimentos – e têm duração menor do que 15 minutos e sua maior resolução é de 720 x 400 pixels. Foram desenvolvidos pelos projetos Física Vivencial, Os curiosos, Ponto Ciência, IGGE, PUC Rio, Penn State Schuylkill e Anderson Coser Gaudio.

3 RED COM GUIAS DIDÁTICOS

Dentre os tipos de recursos citados, dois são de grande interesse: as simulações e os textos. As simulações são desenvolvidas por entidades de renome, já mundialmente conhecidas, no entanto são plataformas de fora do país, os recursos em sua maioria são em língua estrangeira, inglês, e muitos são voltados ao ensino superior ou à especialização.

Os “textos” muitas vezes estão em arquivos compactados em conjunto com outro tipo de recurso, como, por exemplo, jogos, áudios e animações, esses RED catalogados foram desenvolvidos no Brasil, em grande parte financiados pelo Ministério da Educação por participantes do Projeto Condigital. Os textos geralmente são guias didáticos voltados ao professor, permitindo mais segurança ao docente ao trabalhar com a temática em sala de aula. A tabela 5 apresenta os recursos escolhidos a serem trabalhados, pertencentes à categoria tipo de mídia texto.

Tabela 5. RED do tipo texto, acompanhados ou não de outros recursos

Recurso	Título
2	A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte I
3	A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte II
4	A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte III
5	Pato quântico
7	Conteúdo do Universo - Parte I
11	Os Curiosos – Experimento de Millikan (com libras)
17	É Tempo de Química! - Química Quântica
24	Os Curiosos – Nanotecnologia (com libras)
26	Linus Pauling
27	Tudo se Transforma - Ligações Químicas
45	É Tempo de Química! - Modelos Atômicos
47	Programa “O que é Física Moderna” - Parte I e II
48	Os Curiosos – Experimento de Millikan
49	A física e o cotidiano: Radioatividade
50	Tópicos atuais de física moderna - Espalhamento
51	Espectros Eletromagnéticos - Ondas Eletromagnéticas

Recurso	Título
52	Física quântica - Parte II
53	Tópicos Atuais de Física Moderna - O que é Física Moderna?
57	Os Curiosos – Formação e Propagação de Fenômenos Ondulatórios
58	Os Curiosos – Formação e Propagação de Fenômenos Ondulatórios (com libras)
59	Espectoscopia - Astrônomo Mirim
64	Física quântica
70	Dardos quânticos
73	Os Curiosos – Nanotecnologia
74	A física e o cotidiano - Fique sabendo! - A Internet
134	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Generosidade química
135	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Se liga na ligação
136	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Tudo pela nobreza
137	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Te liga aqui!!
138	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Quanta ligação!
139	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Eu chego lá! Ainda vou ser um gás nobre
140	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Te liga na corrida!
141	Programa “Celular Causa Câncer?” - Parte I e II
142	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Caçada às ligações
143	A Viagem de Kemi - Ligações químicas - Ligado na força ou no sumiço?
144	Radioatividade - partículas alfa e beta: parte 1: experimento prático
148	Desvio da partícula Beta: parte 1: experimento prático
150	100 anos de mistérios quânticos
153	É Tempo de Química! - Espectroscopia
163	Física Moderna e Contemporânea
168	Tudo se Transforma - Linus Pauling - A História da Química contada por suas descobertas

Recurso	Título
175	A viagem de Kemi - Estrutura atômica - Einstein, o gênio da relatividade
183	Física quântica - Parte I
185	Massa e espaço - Tempo - Parte I
186	Massa e espaço - Tempo - Parte II
187	Massa e espaço - Tempo
199	À procura do gato de Schrödinger
203	Relatividade: massa e energia
204	Relatividade: massa e energia - Parte 1
205	Relatividade: massa e energia - Parte 2

Fonte: dados da pesquisa, 2017.

Dentre esses RED podem ser agrupados para fins de análise: A física e o cotidiano: 2,3, 4, 49 74; A viagem de Kemi: 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140; 142 e 175; É Tempo de Química: 17, 45 e 153; Relatividade: massa e energia: 203, 204 e 205; Os Curiosos: 11, 24, 48, 57, 58 e 73; Tudo se Transforma: 26, 27 e 168; Física quântica: 64, 183 e 52; Tópicos de física moderna: 50 e 53; Rádio Cangália: 7.

Além das séries, optou-se por analisar o restante dos recursos, categorizando-os por autoria: ACESSA Física: 47, 51, 141 e 163; RIVED: 59 e 70; Ponto ciência: 144 e 148. Foram descartados os itens, 150 e 199 por serem apenas texto de conteúdo.

3.1 SÉRIE: A FÍSICA E O COTIDIANO

Essa série foi desenvolvida pelo Grupo de Trabalho de Produção de Conteúdos Digitais Educacionais da Secretaria de Educação do Estado da Bahia e faz parte do Projeto Condigital MEC. Os recursos de FMC encontrados foram: Fique sabendo! A internet, Noções de física moderna I, II e III e radioatividade, com seus respectivos RED: hipermídia, vídeos e áudio.

Os materiais de apoio ao professor possuem, entre outras coisas, propostas de atividades e de avaliação. Porém,

entende-se que elas são apenas propositivas, tendo o professor autonomia. Observa-se que o grupo compreende que o estudante deva ter papel ativo durante o processo de ensino e aprendizagem, isso aparece ao se analisar as propostas de atividades e avaliação.

As propostas de atividades aparecem sempre colocando os alunos para discussão, seja em grupos, em apresentações que ocorrem durante as aulas ou ainda com a utilização da hipermídia. As avaliações são em sua totalidade pensadas para ocorrerem ao longo do processo, a fim de se verificar dificuldades de aprendizagem; além disso, os resultados são apresentados em aula destinada ao trabalho do tema em questão.

Pode-se dizer que “A física e o cotidiano” usa as mídias favorecendo o diálogo professor-aluno, aluno-aluno e vice-versa.

3.2 SÉRIE: A VIAGEM DE KEMI

Essa série foi desenvolvida por: Nascimento, Paulo; Bressan, Lia Weigert; Nascimento, Luis Felipe; Tocchetto, Marta; Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e faz parte do Projeto Condigital. Dos recursos de FMC encontrados foram: Estrutura atômica - Einstein, o gênio da relatividade, Caçada às ligações, Eu chego lá! Ainda vou ser um gás nobre, Generosidade química, Quanta ligação!, Ligações químicas - Se liga na ligação, Te liga aqui!!, Te liga na corrida!, Ligado na força ou no sumiço? e Tudo pela nobreza.

Segundo o próprio guia didático que acompanha o recurso, “A viagem de Kemi” foi criada para desmistificar o ensino de Química no Ensino Médio. Para isso, criou-se uma personagem central, chamada Kemi, uma adolescente que tem o seu jeito de vestir, sentimentos, curiosidades e conflitos. A descoberta do significado da palavra química foi a resposta para alguns questionamentos que a acompanhavam: o porquê do apelido Kemi e o gosto, inexplicável, por essa ciência. Ao compreender essa ligação, ela então propõe uma viagem pelo mundo fantástico da química, onde muitas descobertas são feitas. Ela tem os seus colegas e os professores do Ensino Médio como companheiros desta viagem.

Cada um dos arquivos encontrados vem acompanhado de apenas um outro recurso, vídeo, áudio ou jogo. Porém, ao abrir o material de apoio ao professor, percebe-se que ele possui um tema central mais amplo. Por exemplo, ao abrir o arquivo “Caçada às ligações”, observa-se no guia do professor que essa mídia faz parte de uma pequena parcela do guia didático “Ligações químicas”. A figura a seguir ilustra essa situação.

Figura 6. Quadro do guia didático encontrado no arquivo de “A viagem de Kemi - Ligações químicas - Caçada às ligações”

LIGAÇÕES QUÍMICAS			
CONTEÚDOS	Ligação Iônica	Ligação Covalente	Ligação Metálica
MÍDIAS	TÍTULOS		
Audiovisuais	Eu chego lá! Ainda vou ser um gás nobre	Quanta ligação!	Te liga aqui!!
Áudios	Tudo pela nobreza	Generosidade química	Se liga na ligação
Jogos	Ligado na força ou no sumiço?	Caçada às ligações	Te liga na corrida!

Fonte: Guia didático “A viagem de Kemi”, 2005.

Assim, os materiais de apoio de “A viagem de Kemi” possuem sempre um tema central e algumas propostas de atividade de sala utilizando-se mídias. Indo de encontro ao nosso referencial teórico Mídia-educação, visto que o ensino se dá por meio de mídias. As propostas são de conjuntos de aulas bem fundamentadas, com bastante material de apoio ao professor. É

importante salientar que os recursos de jogos utilizam o flash player, os arquivos possuem a extensão swf, o que pode dificultar sua inserção visto que alguns navegadores não possuem mais suporte, e assim seria necessário instalar *plugin* do Flash.

3.3 SÉRIE: É TEMPO DE QUÍMICA

Essa série foi desenvolvida pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-Rio) e faz parte do Projeto Condigital. Os recursos de FMC encontrados foram: Espectroscopia, Modelos Atômicos, Química Quântica, e os recursos associados são vídeos.

Os vídeos possuem formato flv e, portanto, é preciso de player específico para rodar, pois geralmente esse reprodutor não acompanha os sistemas operacionais. Ainda sobre os vídeos, os atores principais são estudantes, o que pode facilitar o entendimento, já que ao longo dos vídeos são entrevistados professores e mostradas algumas experiências.

Percebe-se no material de apoio grande preocupação com as experiências dos estudantes fora de sala, com indicações aos professores para que explorem suas concepções. Tem-se por objetivo permitir que os alunos reconheçam a importância da ciência para a ampliação da sua compreensão e da sua atuação no mundo, com a perspectiva de reduzir o hiato entre o mundo das ciências e o mundo cotidiano. Isso vai ao encontro das questões levantadas pela mídia-educação, bem como ressalta a razão da integração da FMC ao currículo.

Os materiais parecem caminhar no sentido de apoiar o professor com conteúdo e indicar atividades geralmente em grupos, tornando o estudante ativo. Isso é ressaltado nas propostas de avaliações realizadas ao longo do processo, mostrando ao professor as várias possibilidades: perguntas abertas, perguntas fechadas, desenvolvimento de projetos, autoavaliação etc.

3.4 SÉRIE: FÍSICA QUÂNTICA

Essa série faz parte do projeto Física Vivencial, vinculado ao Instituto Galileo Galilei para a Educação (IGGE) e o Projeto Condigital. Os arquivos de FMC encontrados são: Física quântica e Física quântica - Partes I e II; os recursos que os acompanham são, respectivamente, áudio e dois vídeos.

Tanto os áudios quanto os vídeos apresentam uma situação com professores e alunos interagindo, onde várias dúvidas sobre a natureza da física quântica aparecem.

O guia pedagógico do projeto Física Vivencial, desde sua introdução, mostra a preocupação em ressaltar que a proposta não quer tirar autoria do professor, ao contrário: entende-se que o material tenha algumas sugestões que podem enriquecer de acordo com a demanda de cada região, comunidade, escola e conjunto de estudantes, com suas peculiaridades e necessidades específicas.

Dentro dos guias, são citados mais recursos complementares à temática, uma simulação e um vídeo intitulados: “Modelos do átomo de hidrogênio: do clássico ao quântico” e “Princípios da mecânica quântica”.

Há sempre a preocupação em ressaltar que o professor deve realizar seu plano didático, tanto que não é diretivo, “o professor pode utilizar no início, meio ou final da aula” – assim, o guia didático é mais um apoio teórico ao uso desse tipo de tecnologia. Essa abrangência dá ao professor liberdade para propor sua aula. Não é necessário que um recurso deixe de ser diretivo para que isso ocorra, mas se não for, necessariamente o professor terá maior papel nesse processo.

3.5 SÉRIE: MASSA E ESPAÇO-TEMPO

Esta série também faz parte do projeto Física vivencial, vinculado ao Instituto Galileo Galilei para a Educação (IGGE) e o Projeto Condigital. Os arquivos de FMC encontrados foram: Física quântica, Física quântica I e II, os recursos que os acompanham são, respectivamente, áudio e dois vídeos.

Tanto os áudios quanto os vídeos apresentam uma situação em que professores e alunos interagem; a diferença entre esse conteúdo e o do item anterior está no conteúdo, não

na estrutura. Portanto, o material didático já foi devidamente analisado no item 3.4.

Dentro dos guias, são citados mais recursos complementares à temática, nesse caso duas simulações intituladas: “Um exemplo da dilatação do tempo” e “O suspeito é o tempo”.

3.6 SÉRIE: OS CURIOSOS

Esta série faz parte do projeto Acessa Física, vinculado ao Instituto Brasileiro de Educação e Tecnologia de Formação a Distância (IBTF) e o Projeto Condigital. Foram estes os arquivos de FMC encontrados: Experimento de Millikan (com e sem libras), Formação e Propagação de Fenômenos Ondulatórios (com e sem libras), Nanotecnologia (com e sem libras). Vale ressaltar que cada um desses possui um vídeo associado.

Os vídeos do projeto “Acessa Física” foram desenvolvidos pensando-se em problematizar situações físicas presentes no cotidiano dos alunos. Em cada episódio, alguns jovens resolvem problemas e/ou vivenciam situações inusitadas e curiosas, instigados inicialmente por um professor de Física. De acordo com o próprio material, todas as mídias têm por objetivo ser um meio de comunicação integrador e motivador para os alunos. No entanto, a maneira como o professor irá utilizá-las pode variar.

O guia didático possui uma síntese do conteúdo textual a ser ensinado, bem como possíveis questões sobre o assunto.

3.7 SÉRIE: RÁDIO CANGÁLIA

A série foi desenvolvida pelo Departamento de Matemática da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e faz parte do projeto Condigital. Apesar de ser uma série, como resultado de nossa busca foi encontrado apenas um recurso intitulado “Conteúdo do universo”, o qual vem acompanhado de um áudio que faz uma introdução aos temas Astrofísica e matéria escura, e passa superficialmente por relatividade.

De acordo com o próprio material, a série Rádio Cangália apresenta programas descontraídos de variedades que

usualmente abordam uma informação ou notícia de conhecimentos gerais, com comentários de um professor de matemática. Os temas não são tratados com profundidade, mas oferecem oportunidade de o professor trabalhar assuntos interdisciplinares em sala de aula ou em atividades extraclasse.

Embora o material seja descontraído e com vários focos, o material de apoio propõe uma atividade que dá suporte a ele utilizando a lei de Hubble e as medidas experimentais. A atividade não é muito aberta, no entanto provoca reflexão, já que um recurso simples propiciou criar um plano de aula voltado ao ensino de Física.

3.8 RECURSOS DO PONTO CIÊNCIA

Foram encontrados dois recursos do Ponto Ciência, são eles “Desvio da partícula Beta: parte 1: experimento prático” e “Radioatividade – partículas alfa e beta: parte 1: experimento prático”. Como o próprio nome indica, são experimentos.

Os arquivos são documentos de texto, pdf, relativos às experiências realizadas e disponibilizadas no canal de vídeos Youtube. Por serem esses experimentos de difícil confecção, propõe-se que esses vídeos sejam utilizados em aula.

Não se quer aqui tirar o papel importante da experimentação, mas o material pode servir de apoio a uma grande gama de possibilidades, visto que pode ser inserido em vários contextos pedagógicos, aproveitando-se das tecnologias para mostrar experimentos que, em geral, são de difícil acesso no Ensino Médio.

3.9 RECURSOS DO RIVED

Os arquivos de FMC da Rede Internacional Virtual de Educação (RIVED) encontrados foram: dardos quânticos e Astrônomo Mirim, cada um desses possui um jogo associado desenvolvido em flash.

Ambos os recursos são acompanhados de um módulo de ensino, que incluem uma proposta de uso do jogo aplicável em sala de aula. Ambas as simulações são diretivas, ou seja, já possuem propostas de atividades. O material complementa-se

com um guia do aluno que deve ser impresso para execução das atividades e pode ser usado como forma de apoio aos estudos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS E POSSIBILIDADES FUTURAS

Os professores da rede pública, de modo geral, possuem pouquíssimo tempo para planejamento, como exemplo cita-se a realidade dos professores que atuam nas escolas da rede pública estadual de Santa Catarina. Além dos problemas enfrentados com a falta de uma estrutura propícia para a integração das TDIC, a carga horária destinada à pesquisa e ao planejamento das atividades é insignificante. Um professor que possui um contrato de 40 horas semanais tem de assumir 32 horas em sala de aula, restando apenas 8 horas para o planejamento semanal. Além disso, a disciplina de Física possui apenas duas aulas semanais, o que significa 16 turmas, que podem chegar a mais de três centenas de alunos. Nesse contexto, vale lembrar que muitas escolas não possuem um número de turma suficiente para que o professor preencha todo seu horário com as aulas de Física, restando-lhe duas possibilidades: ele completa a sua carga em outra escola ou com outras disciplinas. Ambas as situações acabam consumindo ainda mais o tempo do professor, seja no deslocamento entre uma escola e outra, seja no planejamento de disciplinas distintas (LEONEL, 2015).

Dessa forma, buscar recursos que amparem a prática pedagógica exige tempo de pesquisa e reflexão, tempo esse condensado devido às contribuições desse trabalho. Nesse sentido, acredita-se que uma organização e seleção de RED como a apresentada neste trabalho pode contribuir substancialmente para a integração destes recursos no processo de ensino-aprendizagem de Física e da efetiva integração da FMC no currículo do Ensino Médio.

Foram encontrados 211 recursos de FMC, apenas um deles encontra-se em um repositório que não é o BIOE. Com os descritores escolhidos, 126 recursos foram identificados em apenas um desses repositórios, o que representa cerca de 60% dos resultados obtidos, validando a necessidade da busca em diferentes repositórios. Destacam-se, devido à qualidade dos materiais, 97 simulações e 51 textos.

As simulações representam quase 46% do total de RED, em sua maioria são do PhET e do Wolfram, que juntos somam 91 das 97 simulações, com aproximadamente 15% para o PhET

e 67% Wolfram. Esse fato causou certa curiosidade visto que os recursos do Wolfram não são muito comentados dentro do curso de Física na Universidade Federal Santa Catarina (UFSC) e pouco citados na literatura nacional. Vale ressaltar que enquanto os recursos do PhET são destinados ao ensino da Física escolar, as simulações do Wolfram, de forma geral, tratam de conceitos científicos densos, e parecem ser destinadas ao ensino superior.

Os arquivos do tipo “texto”, como já comentado, estão associados a outro tipo de recurso. Para a pesquisa de Recursos de Física Moderna, foram encontrados 1 animação, 17 áudios, 3 hipermídias, 5 jogos e 20 vídeos. O desenvolvimento desses ocorreu por instituições Brasileiras e quase todos esses fazem parte do Projeto Condigital MEC - MCT.

Portanto, pode-se afirmar que existem recursos de Física Moderna desenvolvidos no Brasil com guias didáticos, e que esses são condizentes em suas propostas, sempre entendendo o estudante como participante ativo no processo de ensino e aprendizagem e o professor como autônomo e importante para incorporar a realidade local às práticas de sala de aula. Todos os materiais sugerem avaliações ao longo das atividades e muitas delas são de socialização do conhecimento. Tudo isso vai ao encontro da fundamentação teórica deste trabalho, ou seja, a mídia-educação.

Esses materiais de apoio disponibilizados nos repositórios BIOE, INROA e Portal do Professor certamente podem auxiliar a implantação de RED de Física Moderna e Contemporânea nas práticas de sala de aula.

Ao ler os guias didáticos, observa-se a indicação de mais recursos, possibilitando investigar cada um deles para complementar os recursos aqui catalogados, ou ainda optar por outros descritores de busca. Uma outra possibilidade de complementação deste trabalho trata-se da sua ideia inicial: que visava identificar quais obstáculos epistemológicos de Bachelard emergem do uso de recursos educacionais digitais de FMC e que podem influenciar na construção dos conhecimentos científicos dos alunos do Ensino Médio.

Visto que RED de física materializam conceitos e ideias científicas abstratas e/ou complexas voltadas ao contexto escolar, identifica-se nesse processo de materialização a geração inerente de obstáculos e que, se não bem explorados,

podem causar sérios danos à formação científica pretendida nesse contexto.

Segundo Gaston Bachelard, a aprendizagem de Ciências pode ser prejudicada sempre que o estudante se depara com um obstáculo epistemológico, isto é, uma circunstância que dificulta a aprendizagem do conhecimento cientificamente aceito. (BACHELARD, 1996). A detecção e caracterização dos obstáculos epistemológicos visariam promover ao professor e ao desenvolvedor de recursos um amparo a fim de superar e ou diminuir os obstáculos epistemológicos.

REFERÊNCIAS

ADEYEMO, Sunday A. The impact of information and communication technology (ICT) on teaching and learning of physics. **International journal of educational research and technology**, v. 1, n. 2, p. 48-59, 2010.

ALINNE, Paloma et al. **Banco Internacional de Objetos Educacionais**: Repositório Digital para o uso da Informática na Educação. 2012.

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; ASSIS, Maria Paulina de. Integração da Web 2.0 ao currículo: a geração web currículo. **La Educ@cion**, revista digital, n. 145, maio de 2011.

AMIEL, Tel; SANTOS, Karen. Uma análise dos termos de uso de repositórios de recursos educacionais digitais no Brasil. **Rev Tri Dig**, São Paulo, v. 1, n. 1, 2013.

ANGOTTI, J. A. P.; DELIZOICOV, D. **Física**. São Paulo: Cortez, 1992.

BACHELARD G. A. **Formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto; 1996

BALASUBRAMANIAN, Nathan; WILSON, Brent G. Games and Simulations. In: **Society for Information Technology and Teacher Education International Conference**, 2006. Proceedings...v.1, 2006. Disponível em: <<http://site.aace.org/pubs/foresite/GamesAndSimulations1.pdf>>. Acesso em: 3 dez. 2017.

BARCHECHATH, Eric; MAGLI, Rossella; WINKIN, Yves. **Comment l'informatique vient aux enfants**: pour une approche anthropologique des usages de l'ordinateur à l'école. Paris: Archives Contemporaines Editions, 2009.

BECK, R. J. **Learning Objects**: What? Center for International Education. University of Wisconsin. Milwaukee. 2001.

BARDY, Livia Raposo et al. Objetos de Aprendizagem como recurso pedagógico em contextos inclusivos: subsídios para a formação de professores a distância. **Rev. Bras. Educ. Espec.** Marília, v. 19, n. 2, p. 273-288, jun. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-65382013000200010&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 08 dez. 2017.

BONILLA, M. H. A presença da cultura digital no GT Educação e Comunicação da ANPEd. **Revista Teias**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 30, p. 23, 2012. ISSN 1982-0305.

BRAGA, Antônio Rafael. **Mapeamento de objetos de aprendizagens para o ensino de física no ensino médio usando os seis temas estruturadores do PCN**. Monografia (Graduação em Licenciatura em Física) – Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, Ceará. Fortaleza, 2017.

BRAGA, Juliana Cristina. A. **Objetos de Aprendizagem: Volume 1 - Introdução e Fundamentos**. Santo André, SP: Editora da UFABC, 2014. 153p.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Básica (SEB), Departamento de Políticas de Ensino Médio. **Orientações Curriculares do Ensino Médio: Ciências da natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, 2006.

_____. **Decreto n. 6.300**, de 12 de dezembro de 2007. Dispõe sobre o Programa Nacional de Tecnologia Educacional - ProInfo. Brasília, DF. 12 dez. 2007. Disponível em: <https://www.fnde.gov.br/fndelegis/action/UrlPublicasAction.php?acao=abrirAtoPublico&sgl_tipo=DEC&num_ato=00006300&seq_ato=000&vlr_ano=2007&sgl_orgao=NI>. Acesso em: 31 out. 2017.

_____. **Decreto n. 7.084**, de 27 de janeiro de 2010. Plano Nacional do Livro Didático. Dispõe sobre os programas de material didático e dá outras providências. Presidência da

República. Brasília, DF, 27 jan. 2010. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7084.htm>. Acesso em: 31 out. 2017.

_____. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica.** Secretaria de Educação Básica. Brasília, DF: 2013. 562 p. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15548-d-c-n-educacao-basica-nova-pdf&category_slug=abril-2014-pdf&Itemid=30192>. Acesso em: 31 out. 2017.

_____. **Lei n. 13.005**, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação – PNE e dá outras providências. Brasília, DF, 25 jun. 2014. Disponível em:
<http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2011-2014/2014/Lei/L13005.htm>. Acesso em: 31 out. 2017.

_____. **PCN de Física.** Disponível em:
<<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/08Fisica.pdf>>. Acesso em: 28 nov. 2017.

_____. **Recursos Educacionais Digitais.** Disponível em:
<<http://www.utfpr.edu.br/estrutura-universitaria/pro-reitorias/prograd/cotedu/recursos-educacionais-digitais/apresentacao>>. Acesso em: 11 mar. 2017.

_____. **Normas para a Catalogação dos Recursos Educacionais Digitais:** Repositório Internacional de Recursos Educacionais Digitais (Rired) e Portal do Professor. 2008. Disponível em:
<<http://objetoseducacionais2.mec.gov.br/retrievefile/procedimentos>>. Acesso em: 13 nov. 2017.

_____. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio (PCN+). Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC, 2006. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 01 dez. 2017.

_____. **Rede Interativa Virtual de Educação – RIVED.**

Disponível em: <<http://rived.mec.gov.br/>>. 2009.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais:** introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 1997. 126p

_____. **Parâmetros curriculares nacionais:** introdução aos parâmetros curriculares nacionais / Secretaria de Educação Fundamental. – Brasília: MEC/SEF, 2000. 109p. Disponível em <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 03 Dez. 2017.

_____. Ministério da Educação. **Banco Internacional de Objetos Educacionais.** Disponível em: <<http://bioe.mec.gov.br>>. Acesso em: 10 dez 2017.

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. São as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? **Invest em Ens de Ciêns**, Porto Alegre, v.10, n. 3, 2005.

CASTRO, Eduardo Viveiros de. Economia da Cultura Digital. In: SAVAZONI, R.; COHN, S. **Cultura digital.br**. Rio de Janeiro: Beco do Azougue, 2009.

CAZELLA, Silvio César et al. Recomendando objetos de aprendizagem baseado em competências em EAD. **Renote**, v. 9, n. 2, 2011.

CETIC.BR. **TIC Educação. Centro Regional para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação.** São Paulo, 2015.

CHIBENI, SILVIO SENO. **O surgimento da física quântica.** Notas de Aula. Departamento de Filosofia, 2010.

COLLIS, B.; STRIJKER, A. **Technology and human issues in reusing learning objects.** *Journal of Interactive Media in*

Education, 2004. Disponível em: <http://www-jime.open.ac.uk/2004/4/>. Acesso em: 10 set. 2017

FANTIN, Monica; FERRARI, Rodrigo. Mídia-educação e recursos educacionais abertos: mediações e práticas de produzir/criar, encontrar e publicar na cultura digital. **Atos de Pesq em Educ**, v. 8, n. 1, p. 142-164, 2013.

FERREIRA, Antônio Cezar Ramos et al. **O uso do simulador PHET no ensino de indução eletromagnética**. 2016. 101 f. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) - Universidade Federal Fluminense. Rio de Janeiro. 2016.

FISCARELLI, Rosilene Batista de Oliveira. **Material didático: discursos e saberes**. Junqueira e Marin: Araraquara, SP, 2008.

HAWKING, Stephen W. **Uma breve história do tempo**. Trad.: Maia Helena Torres. São Paulo: SP. Círculo do Livro S. A. Editora EDUSC, 1988, 184p.

HOBAN, G. **Facilitating learner-generated animations with slowmation**. In: Handbook of research on learning design and learning objects: Issues, applications, and technologies, 2009.

JENKINS, Henry et al. **Confronting the challenges of participatory culture: Media education for the 21st century**. Mit Press, 2009.

KUHN, T. S. **A Estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1975.

LAGRECA, Maria do Carmo B. et al. Estudo do lançamento vertical: uma proposta de ensino por meio de objetos de aprendizagem. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, p. 543-561, ago, 2012. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2012v29nesp2p543/22935>>. Acesso em: 14 jul. 2017

LANKSHEAR, Colin; KNOBEL, Michele. Researching new literacies: Web 2.0 practices and insider perspectives. **E-Learning and Digital Media**, v. 4, n. 3, p. 224-240, 2007.

LAPA, Andrea Brandão; BELLONI, Maria Luiza. Educação a distância como mídia-educação. **Perspectiva**, Florianópolis, v. 30, n. 1, p. 175-196, maio 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/perspectiva/article/view/24754>>. Acesso em: 08 dez. 2017.

LEONEL, André Ary. **Nanociência e Nanotecnologia**: uma proposta de ilha interdisciplinar de racionalidade para o ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

_____. **Formação Continuada de Professores de Física em Exercício na Rede Pública Estadual de Santa Catarina**:

Lançando um Novo Olhar sobre a Prática. Tese de doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2015.

LOBATO, Teresa; GRECA, Ileana María. Quantum Theory contents insertion in High School curricula. **Ciê & Educ (Bauru)**, v. 11, n. 1, p. 119-132, 2005.

LOPES, Rosemara; FEITOSA, Eloi. Applets como recurso pedagógico no ensino de física. Aplicação em cinemática. **XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, SNEF**. Vitória, 2009.

MCGREAL R. A Typology of Learning Object Repositories. In: **Handbook on Information Technologies for Education and Training**, 2008, p. 5-28.

MEDEIROS, Alexandre; MEDEIROS, Cleide Farias de. Possibilidades e Limitações das Simulações Computacionais no Ensino da Física. **Rev. Bras. Ensino Fis.**, São Paulo, v. 24, n. 2, p. 77-86, jun. 2002. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172002000200002&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 Jul. 2017.

MENEZES, Luis Carlos de. **A Matéria uma aventura do espírito: fundamentos e fronteiras do conhecimento físico**. 1. ed. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2005.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias audiovisuais e telemáticas. In: MORAN, J. M.I; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 12. ed. Campinas, SP: Papirus. 2006. p.11-66.

NASCIMENTO, A. C. A. A. Aprendizagem por meio de repositórios digitais e virtuais. In: LITTO F. M.; FORMIGA, M. **Educação a distância: o estado da arte**. São Paulo: Pearson 2009. p.352-357.

NASCIMENTO, A; MARIETTO, M. G. B; SUYAMA. R; BOTELHO, W. T. Modelagem e Simulação Computacional: Conceitos Fundamentais. In: Maria das Graças Bruno Marietto; Mário Minami; Pieter Willem Westera. (Org.). **Bases Computacionais da Ciência**. 1. ed. Santo André: Universidade Federal do ABC, 2013, v.1, p. 1-241.

NASCIMENTO, M. G. F. **iRepositório - Repositório Interativo de Conteúdos Digitais para cursos baseados na Internet**. 2014. 68f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação).

NELSON, Ted. **Literary Machines 93.1**. Sausalito, California, EUA: Mindful Press, 1992.

OLIVEIRA, Fabio Ferreira; VIANNA, Deise Miranda; GERBASSI, Reuber Scofano. Física moderna no ensino médio: o que dizem os professores. **Rev Bras de Ens de Fís**, v. 29, n. 3, p. 447-454, 2007.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa" Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". **Invest em Ens de Ciên. Porto Alegre**, v. 5, n. 1 (jan./abr. 2000), p. 23-48, 2000.

OSTERMANN, Fernanda; RICCI, Trieste dos Santos Freire. Relatividade restrita no ensino médio: os conceitos de massa

relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de física. **Cad Bras de Ens de Fís**, v. 21, n. 1, p. 83-102, 2004.

PARANÁ, Djalma Nunes da Silva. **Física para o Ensino Médio**. São Paulo: Ed. Ática, 1999. 664p.

PAULO, I. J. C. de. **Elementos para uma proposta de inserção de tópicos de física moderna no ensino de nível médio**. Cuiabá: Instituto de Educação – UFMT, 1997. Dissertação de Mestrado em Educação.

PINHEIRO, A. F.; PESSOA JUNIOR, E. S.; ARAÚJO, M. D. Software de simulação: um recurso facilitador no processo de ensino e aprendizagem de Química no Ensino Médio. In: **Congresso Nacional de Educação (EDUCERE)**, 12, 2015, Curitiba.

RAMOS, Lucilene Correia; SILVA, José Luis P. B. Modelo quântico do átomo: uma análise do ensino das noções de quantum de uma grandeza e comportamento dual da energia e da matéria. **XVI ENEQ/X EDUQUI**, 2013.

REZENDE JUNIOR, Mikael Frank; FIRMO DE SOUZA CRUZ, Frederico. Física moderna e contemporânea na formação de licenciandos em física: necessidades, conflitos e perspectivas. **Ciê & Educ (Bauru)**, v. 15, n. 2, 2009.

RODRIGUES, Paloma Aline, RODRIGUES, Maria Inês Ribas. **A Perspectiva de Alunos para o Uso de Objetos Educacionais (OE) no Ensino de Física**. XX simpósio Nacional de Ensino de Física - SNEF. 2013, São Paulo, SP

RODRIGUES, Paloma Alinne Alves et al. **Pesquisa, seleção e catalogação de materiais digitais de física para o Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE)**. São Paulo, 2009

RODRIGUES, Paloma Alinne Alves; JÚNIOR, Klaus Schlünzen; SCHLÜNZEN, Elisa Tomoe Moriya. Recursos digitais e pedagógicos: Banco Internacional de Objetos Educacionais (BIOE) e Portal do Professor buscando aprimorar o uso da

informática na educação. **Rev Ibero-Amer de Est em Educ**, v. 4, n. 3, 2010.

ROSA, Rosemar. Trabalho docente: dificuldades apontadas pelos professores no uso das tecnologias. In: **Anais do Encontro de Pesquisa em Educação e Congresso Internacional de Trabalho Docente e Processos Educativos**. 2013. p. 214-227.

ROSSI, Luiz Henrique Longhi et al. **A Federated Retrieval System for Learning Objects**. In: International Conference on Internet Technology and Applications, 2012.

ROSSINI, C. Green-Paper. **The state and challenges of OER in Brazil: from readers to writers?** Boston: Harvard University, 2010. Disponível em: <<http://cyber.law.harvard.edu/publications>>. Acesso em: 1º dez. 2017.

ROSSI, L. H. L.; NUNES, M. F.; SCHREINER, P.; VICARI, R. M. **A Federated Retrieval System for Learning Objects**. International Conference on Internet Technology and Applications, 2012, Wuhan. Proceedings of iTAP, 2012.

SALES, Gilvandenys Leite et al. Atividades de modelagem exploratória aplicada ao ensino de física moderna com a utilização do objeto de aprendizagem pato quântico. **Rev. Bras. Ens Fís.**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 3501.1-3501.13, set. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172008000300017&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 03 dez. 2017.

SANTOS, Carlos Alberto dos. **Tópicos de Física Moderna**. Florianópolis: UFSC/EAD/CED/CFM, 2007.

SAVI, Rafael; ULBRICHT, Vania Ribas. Jogos digitais educacionais: benefícios e desafios. **Renote**, v. 6, n. 1, 2008.

SILVA, Ivanderson Pereira da; NUNES, Emanuely Torres; MERCADO, Luis Paulo Leopoldo. Experimentos virtuais no estágio supervisionado de Física. **Cad Bras de Ens de Fís**,

Florianópolis, v. 33, n. 3, p. 1115-1144, dez. 2016. ISSN 2175-7941. Disponível em:
<<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2016v33n3p1115/33008>>. Acesso em: 12 jul. 2017.

SILVEIRA, Sergio Amadeu da. O conceito de commons na cibercultura. **Líbero**, v. 11, n. 21, p. 49-60, 2008.

SOARES NETO, Francisco Fernandes. **A linguagem das histórias em quadrinhos e o ensino de física: limites e possibilidades para um processo de textualização de saberes**. 2012. 170 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica, Florianópolis, 2012.

SOSSAI, F. C.; MENDES, G. M. L.; PACHECO, J. A. Currículo e “Novas Tecnologias” em tempos de globalização. **Perspectiva**, v. 27, n. 1, p. 28, abril, 2010.

STINGHEN, Regiane Santos et al. **Tecnologias na educação: Dificuldades encontradas para utilizá-la no ambiente escolar**. (Especialização), Florianópolis, 2016.

TABARES, V., RODRÍGUEZ, P., DUQUE, N., MORENO, J.: Modelo Integral de Federación de Objetos de Aprendizaje en Colombia-más que búsquedas centralizadas. In: **Séptima Conf. Latinoam. Objetos y Tecnol.** Aprendiz. 3, pp. 410-418, 2012.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS. **Infraestrutura Nacional de Repositórios de Objetos de Aprendizagem - INROA**. Disponível em:
<<http://inroa.inf.ufrgs.br>>. Acesso em: 10 dez 2017.

WILEY, D. A. Connecting learning objects to instructional theory: A definition, a metaphor and a taxonomy. The Instructional Use of Learning Objects. Wiley, D. (Ed.) 2000.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Recursos catalogados para cada termo por base de dados.

Lista dos recursos encontrados para os descritores: moderna, modern, quântica, quantum, relatividade e relativity para cada um dos portais utilizados, INROA, BIOE e Portal do Professor.

INROA

Descritor: Moderna
Física Moderna
Física Moderna e Contemporânea
A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte I
A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte II
A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte III
Nomenclature - Special Relativity - 2 of 5
Pato quântico
Trem de Einstein / Einstein's Train and Tunnel Model
James Clerk Maxwell
Conteúdo do Universo - Parte I
Conteúdo do Universo - Parte II
Radiação de corpo negro / Blackbody-spectrum
Buracos Negros
Os Curiosos – Experimento de Millikan (com libras)

Interferência de Ondas

Descritor: Modern

[Classes in Physics Flash] [Class 2-5] Time - Modern Watches
--

Two postulates - special relativity (2 of 5)
--

Two postulates - special relativity (1 of 5)
--

Nomenclature - Special Relativity - 2 of 5
--

Black body radiation Radiação de corpo negro
--

Descritor: quântica

Mecânica Quântica

Física quântica - Radiação térmica

Teoria Quântica Antiga

Princípios da Mecânica Quântica

É Tempo de Química! - Química Quântica
--

Eletromagnetismo - Eletrônica - Física quântica e computadores
--

Física quântica - A descoberta do elétron

Física quântica - Quantização de energia (Planck)

Física quântica - Um mundo de incertezas
--

Física quântica - Dualidade e a difração de Elétrons
--

Descritor: quântica
Física quântica - Schrödinger e a função de onda
Os Curiosos – Nanotecnologia (com libras)
Richard feynman
Linus Pauling
Tudo se Transforma - Ligações Químicas
Eletromagnetismo - Levitação aplicada
Tudo se Transforma - Linus Pauling - A História da Química contada por suas descobertas
Tunelamento quântico / Quantum tunneling and wave packets
Interferência de ondas
Lâmpadas Fluorescentes
Efeito Fotoelétrico
Niels Bohr
Pato quântico
Poços duplos e ligações covalentes
Interferência de ondas quânticas
Bohm trajectories
Deflection of light by a star
Reações fotoquímicas - Conceitos e exemplos de bioluminescência
Wave Functions of Identical Particles

Descritor: quântica
Estrutura da Matéria - do Átomo aos Sólidos
Laser
Física Moderna

Descritor: quantum
Quantum number primer
Tunelamento quântico Quantum tunneling and wave packets
Bohm trajectories
Princípios da Mecânica Quântica
Wave Functions of Identical Particles

Descritor: relatividade
Massa - Espaço - Tempo - Relatividade geral
Relatividade: Massa, espaço, tempo e energia
Massa - Espaço - Tempo - Massa e energia na relatividade
Massa - Espaço - Tempo - Os postulados de Einstein da relatividade
A viagem de Kemi - Estrutura atômica - Einstein, o gênio da relatividade
Nomenclature - Special Relativity - 2 of 5
Massa - Espaço - Tempo - Energia cinética relativística

Descritor: relatividade
Trem de Einstein / Einstein's Train and Tunnel Model
Melhor pra mim
Física Moderna
Two postulates - special relativity (2 of 5)
Two postulates - special relativity (1 of 5)
Orbits around a Spinning Black Hole
Equivalence principle: accelerating in space vs. remaining stationary in gravity
Massa - Espaço - Tempo - A dilatação do tempo e a contração do comprimento
Light Cone Causality
Gravitação: De Newton à Einstein
Buracos Negros
É Tempo de Química! - Modelos Atômicos
A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte I
A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte II
A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte III
Ondas Eletromagnéticas

Descritor: relativity
Two postulates - special relativity (2 of 5)

Two postulates - special relativity (1 of 5)
Nomenclature - Special Relativity - 2 of 5
Light Cone Causality

BIOE

Descritor: Moderna
Programa “O que é Física Moderna” - Parte I e II
Nomenclature - Special Relativity - 2 of 5
[Classes in Physics Flash] [Class 2-5] Time - Modern Watches
A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte I
A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte II
A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte III
Two postulates - special relativity (1 of 5)
Two postulates - special relativity (2 of 5)
Os Curiosos – Experimento de Millikan
Os Curiosos – Experimento de Millikan (com libras)
A física e o cotidiano: Radioatividade
A física e o cotidiano - Experimentos Educacionais: Espaço-tempo
Tópicos atuais de física moderna - Espalhamento
Espectros Eletromagnéticos - Ondas Eletromagnéticas

Descritor: Moderna
Física quântica - Parte II
Física quântica - Parte I
Ondas eletromagnéticas - A luz
Ondas eletromagnéticas - Meios de comunicação de massa
Ondas eletromagnéticas - Aplicações na engenharia
Pato quântico
James Clerk Maxwell
Os Curiosos – Formação e Propagação de Fenômenos Ondulatórios
Os Curiosos – Formação e Propagação de Fenômenos Ondulatórios (com libras)
Espectoscopia - Astrônomo Mirim
The Expanding Universe
Trem de Einstein

Descritor: Modern
O mesmo resultado que o termo “moderna”

Descritor: quântica
Richard feynman

Descritor: quântica
Física quântica - Parte II
Física quântica - Parte I
Física quântica - Um mundo de incertezas
Band Structure of a Quantum Wire with Rashba and Zeeman Interactions (Estrutura de um Fio Quântico com Interações de Rashba e Zeeman)
Tunelamento quântico
Eletromagnetismo - Eletrônica - Física quântica e computadores
Quantum/Classical Correspondence for the Harmonic Oscillator
Física quântica
Física quântica - Schrödinger e a função de onda
Niels Bohr
Bohr's Orbits (Órbitas de Bohr)
Werner Karl Heisenberg
Estados quânticos
Física quântica - Quantização de energia (Planck)
Fundamental Commutation Relations in Quantum Mechanics
Max Karl Ernst Ludwig Planck
Interferência de ondas quânticas
Dados quânticos

Descritor: quântica
Bell's Theorem (Teorema de Bell)
Pato quântico
Física quântica - A descoberta do elétron
Física quântica - Dualidade e a difração de Elétrons
Paul Dirac
Os Curiosos – Nanotecnologia (com libras)
Os Curiosos – Nanotecnologia
A física e o cotidiano - Fique sabendo! - A Internet
Física quântica - Radiação térmica
Efeito Fotoelétrico
Modelos do átomo de hidrogênio: do clássico ao quântico
Duplos poços de potenciais e ligações covalentes
Massa e espaço - Tempo - Parte I
Massa e espaço - Tempo - Parte II
Eletromagnetismo - Levitação aplicada
Massa e espaço - Tempo
Princípios da Mecânica Quântica
Albert Einstein
Scattering over a Square Potential Well Combining Quarks into Hadrons

Descritor: quântica
Band Spectrum in a Periodic Potential
Absorption spectroscopy
Lâmpadas Fluorescentes
Mecânica Cuântica
Física quântica - Modelos atômicos
Time-Dependent Scattering in the Causal Interpretation of Quantum Theory
Entanglement between a Two-Level System and a Quantum Harmonic Oscillator
Quantum particles in an infinite square potential well
Wave-Particle Duality in the Double-Slit Experiment
Física quântica - Efeito fotoelétrico
Cylindrical Waves Passing through a Double Slit
Valence Shell Electron Pair Repulsion (VSEPR) Theory
Positive wigner function transformation by quantum operations
Dirac matrices in higher dimensions
Pauli spin matrices
The Photoelectric Effect
Hydrogen orbitals
Quantized solutions of the 1D schrödinger equation for a harmonic oscillator

Descritor: quântica
Q-representation of number states
Reading hertz's own dipole theory
Bound States in a Square Potential Well
Cavity quantum electrodynamics with bosons
Laplace's equation on a circle
Transient response of a semiconductor laser
Causal interpretation of the double-slit experiment in quantum theory
Weak values in an electronic mach-zehnder interferometer
Rotation of feynman diagrams around an electron-photon vertex
Nuclear liquid-drop model applied to radioactive decay modes
Causal interpretation of the quantum harmonic oscillator
Simple chaotic motion of quantum particles according to the causal interpretation of quantum theory
Simple chaotic motion of quantum particles according to the causal interpretation of quantum theory/
Fresnel diffraction at an edge
Blackbody spectrum
The time-dependent electromagnetic fields of a relativistic circular current
Particles thrown from a rotating bar

Descriptor: quântica
Polarization of an optical wave through polarizers and wave plates
Circular and elliptic polarization of light waves
Deflection of light by a star
Quantum-mechanical particle in an equilateral triangle
Chaotic dynamics of a modulated semiconductor laser
Compton scattering of subatomic particles
Poços duplos e ligações covalentes
Nodal surfaces of degenerate states
Minimum uncertainty wavepacket
Positive wigner function transformation by quantum operations

Descriptor: quantum
The quantum-tobogganic paths
Causal interpretation of the quantum harmonic oscillator
Entanglement between a Two-Level System and a Quantum Harmonic Oscillator
Hydrogen orbitals
Causal interpretation of the double-slit experiment in quantum theory
Simple chaotic motion of quantum particles according to the causal interpretation of quantum theory

Descritor: quantum	
Quantum/Classical Correspondence for the Harmonic Oscillator	
Princípios da Mecânica Quântica	
Time-Dependent Scattering in the Causal Interpretation of Quantum Theory	
The wonderful quantum world, Breakdown of classical mechanics	
Física quântica	
Física quântica - Parte I	
Física quântica - Parte II	
Constante do Planck	
Time evolution of quantum-mechanical harmonic oscillator with time-dependent frequency	
Tunelamento quântico	
The Photoelectric Effect	
Absorption spectroscopy	
Scattering over a Square Potential Well	Combining
Quarks into Hadrons	
Band Structure of a Quantum Wire with Rashba and Zeeman Interactions (Estrutura de um Fio Quântico com Interações de Rashba e Zeeman)	
Quantum-mechanical particle in an equilateral triangle	
Wave-Particle Duality in the Double-Slit Experiment	
Bohm trajectories	

Descriptor: quantum
Quantum particles in an infinite square potential well
Exact and Variational Energies for the Hydrogen Molecular Ion and the Helium Hydride Ion
Harmonic Oscillator in a Half-space with a Moving Wall
Estados quânticos
Rotation of feynman diagrams around an electron-photon vertex
Weak values in an electronic mach-zehnder interferometer
Einstein Solid
Fundamental Commutation Relations in Quantum Mechanics
Cavity quantum electrodynamics with bosons
Bose-einstein condensation in a harmonic trap
Wave Functions of Identical Particles
P-representation of laser light
Energy levels of a morse oscillator
Quantized solutions of the 1D schrödinger equation for a harmonic oscillator
Positive wigner function transformation by quantum operations
Bonding and antibonding molecular orbitals
Bell's Theorem (Teorema de Bell)

Descritor: relatividade
Massa - Espaço - Tempo - Relatividade geral
Um exemplo de dilatação do tempo
Espaço e Tempo
Nomenclature - Special Relativity - 2 of 5
Trem de Einstein
Static Friction
Four-vector in relativity [Fundamentals of Physics]
Doppler Effect, binary stars, neutron stars and black holes
Sputnik 1 Orbiting the Earth
Simple chaotic motion of quantum particles according to the causal interpretation of quantum theory
Gravitation versus curved spacetime
Cavity quantum electrodynamics with bosons
3D Kerr black hole orbits
Special and general relativity: part 2 [Frontiers and controversies in Astrophysics]

Descritor: relativity
Nomenclature - Special Relativity - 2 of 5
Espaço e Tempo

Descriptor: relativity
Four-vector in relativity [Fundamentals of Physics]
Minkowski spacetime
The headlight effect
Spacetime Diagram
Gravitation versus curved spacetime
Special and general relativity: part 2 [Frontiers and controversies in Astrophysics]
The Expanding Universe
Mercury's perihelion precession
The time-dependent electromagnetic fields of a relativistic circular current
Relativistic mass

Portal do professor

Descriptor: moderna
Programa “O que é Física Moderna” - Parte I e II
Nomenclature - Special Relativity - 2 of 5
Two postulates - special relativity (2 of 5)
Two postulates - special relativity (1 of 5)
A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte I
A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte II

Descritor: moderna
A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte III
Conteúdo do Universo - Parte I
Conteúdo do Universo - Parte II
Pato quântico
A história da química contada por suas descobertas - A conservação da matéria
Física quântica - Parte II
Classes in Physics Flash] [Class 2-5] Time - Modern Watches
James Clerk Maxwell
Trem de Einstein
Os Curiosos – Experimento de Millikan (com libras)
A viagem de Kemi - Ligações químicas - Generosidade química
A viagem de Kemi - Ligações químicas - Se liga na ligação
A viagem de Kemi - Ligações químicas - Tudo pela nobreza
A viagem de Kemi - Ligações químicas - Te liga aqui!!
A viagem de Kemi - Ligações químicas - Quanta ligação!
Os Curiosos – Experimento de Millikan
A viagem de Kemi - Ligações químicas - Eu chego lá! Ainda vou ser um gás nobre
A física e o cotidiano: Radioatividade

Descritor: moderna
A física e o cotidiano - Experimentos Educacionais: Espaço-tempo
A viagem de Kemi - Ligações químicas - Te liga na corrida!
Os Curiosos – Formação e Propagação de Fenômenos Ondulatórios (com libras)
Programa “Celular Causa Câncer?” - Parte I e II
Ondas eletromagnéticas - A luz
Ondas eletromagnéticas - Meios de comunicação de massa
Ondas eletromagnéticas - Aplicações na engenharia
A viagem de Kemi - Ligações químicas - Caçada às ligações
Espectros Eletromagnéticos - Ondas Eletromagnéticas
Os Curiosos – Formação e Propagação de Fenômenos Ondulatórios
viagem de Kemi - Ligações químicas - Ligado na força ou no sumiço?
Radioatividade - partículas alfa e beta: parte 1: experimento prático
Radioatividade - partículas alfa e beta: parte 2: vídeo
O desvio da partícula Beta: parte 2: vídeo
Radioatividade através de experimentos: o experimento de Becquerel: parte 2
Desvio da partícula Beta: parte 1: experimento prático
O desvio da partícula Beta: parte 3: Animação

Descritor: moderna
The Expanding Universe

Descritor: modern
O mesmo que o termo “moderna”

Descritor: quântica
Richard feynman
À procura do gato de schrödinger
100 anos de mistérios quânticos
Física quântica - Parte I
Física quântica - Parte II
É Tempo de Química! - Química Quântica
Física quântica - Um mundo de incertezas
Hydrogen atom applet
Tudo se Transforma - Ligações Químicas
Linus Pauling
Física quântica - Schrödinger e a função de onda
Interferência de ondas quânticas

Descritor: quântica
Física quântica - Quantização de energia (Planck)
Werner Karl Heisenberg
Pato quântico
Eletromagnetismo - Eletrônica - Física quântica e computadores
Tunelamento quântico
Efeito Fotoelétrico
Tudo se Transforma - Linus Pauling - A História da Química contada por suas descobertas
Física quântica - A descoberta do elétron
Reações fotoquímicas - Conceitos e exemplos de bioluminescência
Física quântica
Física quântica - Salto quântico
Dardos quânticos
Niels Bohr
Modelos do átomo de hidrogênio: do clássico ao quântico
Lâmpadas Fluorescentes
Princípios da Mecânica Quântica
Física quântica - Radiação térmica
Os Curiosos – Nanotecnologia

Descritor: quântica
A física e o cotidiano - Fique sabendo! - A Internet
Os Curiosos – Nanotecnologia (com libras)
Física quântica - Dualidade e a difração de Elétrons
Eletromagnetismo - Levitação aplicada
Max Karl Ernst Ludwig Planck
Paul Dirac
Poços duplos e ligações covalentes
Física quântica - Modelos atômicos
Física quântica - Efeito fotoelétrico
Massa e espaço - Tempo - Parte I
Massa e espaço - Tempo - Parte II
É Tempo de Química! - Espectroscopia
Massa e espaço - Tempo
Eletromagnetismo - Aceleradores de partículas
Wave Functions of Identical Particles
Valence Shell Electron Pair Repulsion (VSEPR) Theory
Band Spectrum in a Periodic Potential
Bohm trajectories
Interferência de ondas
Mecánica Cuántica

Descriptor: quântica
Bound States in a Square Potential Well
Wave Packet Dynamics
Scattering over Potential Step
Harmonic Oscillator Eigenfunctions
Eigenfunctions of the Helmholtz Equation in a Right Triangle
Vertical Pendulum Seismometer
The Vibrating String

Termo: quantum
Quantum number primer
Física quântica - Parte I
Física quântica - Parte II
Bohm trajectories
Harmonic Oscillator Eigenfunctions
Princípios da Mecânica Quântica
Constante do Planck
Wave Functions of Identical Particles
Física quântica
Magnetic n-gon billiards
Bound States in a Square Potential Well

Experimento de Rutherford
Interferência de ondas quânticas

Descritor: relatividade
Massa e espaço - Tempo - Parte I
Massa e espaço - Tempo - Parte II
Melhor pra mim
Massa - Espaço - Tempo - Massa e energia na relatividade
Relatividade das noções de quente e frio: parte 2: vídeo
Massa e espaço - Tempo
O suspeito é o tempo
Relatividade das noções de quente e frio: parte 1: experimento prático
Espaço e Tempo
Relatividade, massa e energia
Massa - Espaço - Tempo - Energia cinética relativística
Relatividade: massa e energia - Parte 1
Massa - Espaço - Tempo - Relatividade geral
Nomenclature - Special Relativity - 2 of 5
Equivalence principle: accelerating in space vs. remaining stationary in gravity
A física e o cotidiano - Experimentos Educacionais : Espaço-

Descritor: relatividade
tempo
Trem de Einstein
Massa - Espaço - Tempo - Os postulados de Einstein da relatividade
A viagem de Kemi - Estrutura atômica - Einstein, o gênio da relatividade
Um exemplo de dilatação do tempo
Massa - Espaço - Tempo - A dilatação do tempo e a contração do comprimento
Relatividade: massa e energia - Parte 2
Massa - Espaço - Tempo - Massa e quantidade de movimento relativísticas
Relativistic headlight effect
A física e o cotidiano - Laboratório virtual : Espaço - Tempo
A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte II
A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte I
É Tempo de Química! - Modelos Atômicos
A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte III
Sputnik 1 Orbiting the Earth
Motion of a planet around a star
Speed of a point on the surface of the Earth
Two postulates - special relativity (2 of 5)

Descritor: relatividade
Two postulates - special relativity (1 of 5)
Rotating Space Station
Orbits around a Spinning Black Hole

Descritor: relativity
Two postulates - special relativity (2 of 5)
Two postulates - special relativity (1 of 5)
Nomenclature - Special Relativity - 2 of 5
Espaço e Tempo
The Expanding Universe

APÊNDICE B – Total de recursos não repetidos por repositório

A seguir é apresentada uma listagem de recursos de física moderna, únicos, encontrados no do Portal do Professor, BIOE e INROA, para os descritores moderna, modern, quântica, quantum, relatividade e relativity. O x indica que o recurso foi encontrado na base de dados marcada.

Recursos únicos encontrados por base de pesquisa

BIOE	INROA	Portal Do Professor	Título
	X		Física Moderna
	X		Física Moderna e Contemporânea
X	X	X	A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte I
X	X	X	A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte II
X	X	X	A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte III
X	X	X	Pato quântico
	X		Trem de Einstein/Einstein's Train and Tunnel Model
X	X	X	James Clerk Maxwell
	X	X	Conteúdo do Universo - Parte I
	X	X	Conteúdo do Universo - Parte II
	X		Radiação de corpo negro/Blackbody-spectrum
	X		Buracos Negros

BIOE	INROA	Portal Do Professor	Título
X	X	X	Os Curiosos – Experimento de Millikan (com libras)
	X		Interferência de Ondas
X	X		[Classes in Physics Flash] [Class 2-5] Time - Modern Watches
X	X	X	Two postulates - special relativity (2 of 5)
X	X	X	Two postulates - special relativity (1 of 5)
	X		Mecânica Quântica
X	X	X	Física quântica - Radiação térmica
	X		Teoria Quântica Antiga
X	X	X	Princípios da Mecânica Quântica
	X	X	É Tempo de Química! - Química Quântica
X	X	X	Eletromagnetismo - Eletrônica - Física quântica e computadores
X	X	X	Física quântica - A descoberta do elétron
X	X	X	Física quântica - Quantização de energia (Planck)
X	X	X	Física quântica - Um mundo de incertezas
X	X	X	Física quântica - Dualidade e a difração de Elétrons
X	X	X	Física quântica - Schrödinger e a função de onda

BIOE	INROA	Portal Do Professor	Título
X	X	X	Os Curiosos – Nanotecnologia (com libras)
X	X	X	Richard feynman
	X	X	Linus Pauling
	X	X	Tudo se Transforma - Ligações Químicas
X	X	X	Eletromagnetismo - Levitação aplicada
	X	X	Tudo se Transforma - Linus Pauling - A História da Química contada por suas descobertas
	X		Tunelamento quântico/Quantum tunneling and wave packets
	X	X	Interferência de ondas
X	X	X	Lâmpadas Fluorescentes
X	X	X	Efeito Fotoelétrico
X	X	X	Niels Bohr
X	X	X	Poços duplos e ligações covalentes
X	X	X	Interferência de ondas quânticas
X	X	X	Bohm trajectories
X	X		Deflection of light by a star
	X	X	Reações fotoquímicas - Conceitos e exemplos de bioluminescência
X	X	X	Wave Functions of Identical Particles
	X		Estrutura da Matéria - do

BIOE	INROA	Portal Do Professor	Título
			Átomo aos Sólidos
	X		Laser
	X	X	Quantum number primer
	X		Tunelamento quântico Quantum tunneling and wave packets
X	X	X	Bohm trajectories
X	X	X	Wave Functions of Identical Particles
X	X	X	Massa - Espaço - Tempo - Relatividade geral
	X		Relatividade: Massa, espaço, tempo e energia
	X	X	Massa - Espaço - Tempo - Massa e energia na relatividade
	X	X	Massa - Espaço - Tempo - Os postulados de Einstein da relatividade
	X	X	A viagem de Kemi - Estrutura atômica - Einstein, o gênio da relatividade
	X	X	Massa - Espaço - Tempo - Energia cinética relativística
	X	X	Melhor pra mim
	X	X	Orbits around a Spinning Black Hole
	X	X	Equivalence principle: accelerating in space vs. remaining stationary in gravity
	X	X	Massa - Espaço - Tempo - A

BIOE	INROA	Portal Do Professor	Título
			dilatação do tempo e a contração do comprimento
	X		Light Cone Causality
	X		Gravitação: De Newton à Einstein
	X	X	É Tempo de Química! - Modelos Atômicos
	X		Ondas Eletromagnéticas
X		X	Programa “O que é Física Moderna” - Parte I e II
X		X	Os Curiosos – Experimento de Millikan
X		X	A física e o cotidiano: Radioatividade
X		X	A física e o cotidiano - Experimentos Educacionais: Espaço-tempo
X			Tópicos atuais de física moderna - Espalhamento
X		X	Espectros Eletromagnéticos - Ondas Eletromagnéticas
X		X	Física quântica - Parte II
X		X	Física quântica - Parte I
X		X	Ondas eletromagnéticas - A luz
X		X	Ondas eletromagnéticas - Meios de comunicação de massa
X		X	Ondas eletromagnéticas - Aplicações na engenharia
X		X	Os Curiosos – Formação e

BIOE	INROA	Portal Do Professor	Título
			Propagação de Fenômenos Ondulatórios
X		X	Os Curiosos – Formação e Propagação de Fenômenos Ondulatórios (com libras)
X			Espectoscopia - Astrônomo Mirim
X		X	The Expanding Universe
X		X	Trem de Einstein
X			Band Structure of a Quantum Wire with Rashba and Zeeman Interactions (Estrutura de um Fio Quântico com Interações de Rashba e Zeeman)
X		X	Tunelamento quântico
X			Quantum/Classical Correspondence for the Harmonic Oscillator
X		X	Física quântica
X			Bohr's Orbits (Órbitas de Bohr)
X		X	Werner Karl Heisenberg
X			Estados quânticos
X			Fundamental Commutation Relations in Quantum Mechanics
X		X	Max Karl Ernst Ludwig Planck
X		X	Dardos quânticos
X			Bell's Theorem (Teorema de Bell)

BIOE	INROA	Portal Do Professor	Título
X		X	Paul Dirac
X		X	Os Curiosos – Nanotecnologia
X		X	A física e o cotidiano - Fique sabendo ! - A Internet
X		X	Modelos do átomo de hidrogênio: do clássico ao quântico
X			Duplos poços de potenciais e ligações covalentes
X		X	Massa e espaço - Tempo - Parte I
X		X	Massa e espaço - Tempo - Parte II
X		X	Massa e espaço - Tempo
X			Albert Einstein
X			Scattering over a Square Potential Well Combining Quarks into Hadrons
X		X	Band Spectrum in a Periodic Potential
X			Absorption spectroscopy
X		X	Mecánica Cuántica
X		X	Física quântica - Modelos atômicos
X			Time-Dependent Scattering in the Causal Interpretation of Quantum Theory
X			Entanglement between a Two-Level System and a Quantum Harmonic Oscillator
X			Quantum particles in an

BIOE	INROA	Portal Do Professor	Título
			infinite square potential well
X			Wave-Particle Duality in the Double-Slit Experiment
X		X	Física quântica - Efeito fotoelétrico
X			Cylindrical Waves Passing through a Double Slit
X		X	Valence Shell Electron Pair Repulsion (VSEPR) Theory
X			Positive wigner function transformation by quantum operations
X			Dirac matrices in higher dimensions
X			Pauli spin matrices
X			The Photoelectric Effect
X			Hydrogen orbitals
X			Quantized solutions of the 1D schrödinger equation for a harmonic oscillator
X			Q-representation of number states
X			Reading hertz's own dipole theory
X		X	Bound States in a Square Potential Well
X			Cavity quantum electrodynamics with bosons
X			Laplace's equation on a circle
X			Transient response of a

BIOE	INROA	Portal Do Professor	Título
			semiconductor laser
X			Causal interpretation of the double-slit experiment in quantum theory
X			Weak values in an electronic mach-zehnder interferometer
X			Rotation of feynman diagrams around an electron-photon vertex
X			Nuclear liquid-drop model applied to radioactive decay modes
X			Causal interpretation of the quantum harmonic oscillator
X			Simple chaotic motion of quantum particles according to the causal interpretation of quantum theory/a>
X			Fresnel diffraction at an edge
X			The time-dependent electromagnetic fields of a relativistic circular current
X			Particles thrown from a rotating bar
X			Polarization of an optical wave through polarizers and wave plates
X			Circular and elliptic polarization of light waves
X			Quantum-mechanical particle in an equilateral triangle
X			Chaotic dynamics of a

BIOE	INROA	Portal Do Professor	Título
			modulated semiconductor laser
X			Compton scattering of subatomic particles
X			Nodal surfaces of degenerate states
X			Minimum uncertainty wavepacket
X			The quantum-tobogganic paths
X			The wonderful quantum world, Breakdown of classical mechanics
X		X	Constante do Planck
X			Time evolution of quantum-mechanical harmonic oscillator with time-dependent frequency
X			Exact and Variational Energies for the Hydrogen Molecular Ion and the Helium Hydride Ion
X			Harmonic Oscillator in a Half-space with a Moving Wall
X			Einstein Solid
X			Bose-einstein condensation in a harmonic trap
X			P-representation of laser light
X			Energy levels of a morse oscillator
X			Bonding and antibonding molecular orbitals

BIOE	INROA	Portal Do Professor	Título
X		X	Um exemplo de dilatação do tempo
X		X	Espaço e Tempo
X			Static Friction
X			Four-vector in relativity [Fundamentals of Physics]
X			Doppler Effect, binary stars, neutron stars and black holes
X		X	Sputnik 1 Orbiting the Earth
X			Gravitation versus curved spacetime
X			3D Kerr black hole orbits
X			Special and general relativity: part 2 [Frontiers and controversies in Astrophysics]
X			Minkowski spacetime
X			The headlight effect
X			Spacetime Diagram
X			Mercury's perihelion precession
X			Relativistic mass
		X	A história da química contada por suas descobertas - A conservação da matéria
		X	Classes in Physics Flash] [Class 2-5] Time - Modern Watches
		X	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Generosidade

BIOE	INROA	Portal Do Professor	Título
			química
		X	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Se liga na ligação
		X	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Tudo pela nobreza
		X	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Te liga aqui!!
		X	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Quanta ligação!
		X	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Eu chego lá! Ainda vou ser um gás nobre
		X	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Te liga na corrida!
		X	Programa “Celular Causa Câncer?” - Parte I e II
		X	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Caçada às ligações
		X	viagem de Kemi - Ligações químicas - Ligado na força ou no sumiço?
		X	Radioatividade - partículas alfa e beta: parte 1: experimento prático
		X	Radioatividade - partículas alfa e beta: parte 2: vídeo
		X	O desvio da partícula Beta: parte 2: vídeo
		X	Radioatividade através de experimentos: o experimento

BIOE	INROA	Portal Do Professor	Título
			de Becquerel: parte 2
		X	Desvio da partícula Beta: parte 1: experimento prático
		X	O desvio da partícula Beta: parte 3: Animação
		X	À procura do gato de schrödinger
		X	100 anos de mistérios quânticos
		X	Hydrogen atom applet
		X	Física quântica - Salto quântico
		X	É Tempo de Química! - Espectroscopia
		X	Eletromagnetismo - Aceleradores de partículas
		X	Wave Packet Dynamics
		X	Scattering over Potential Step
		X	Harmonic Oscillator Eigenfunctions
		X	Eigenfunctions of the Helmholtz Equation in a Right Triangle
		X	Vertical Pendulum Seismometer
		X	The Vibrating String
		X	Magnetic n-gon billiards
		X	Experimento de Rutherford
		X	Relatividade das noções de quente e frio: parte 2: vídeo

BIOE	INROA	Portal Do Professor	Título
		X	O suspeito é o tempo
		X	Relatividade das noções de quente e frio: parte 1: experimento prático
		X	Relatividade, massa e energia
		X	Relatividade: massa e energia - Parte 1
		X	Relatividade: massa e energia - Parte 2
		X	Massa - Espaço - Tempo - Massa e quantidade de movimento relativísticas
		X	Relativistic headlight effect
		X	A física e o cotidiano - Laboratório virtual: Espaço - Tempo
		X	Motion of a planet around a star
		X	Speed of a point on the surface of the Earth
		X	Rotating Space Station

APÊNDICE C – Recursos FMC com identificador

Na tabela a seguir, são apresentados todos os recursos de FMC com identificador que podem associar o número do recurso a seu título.

Recurso	Título
1	Física Moderna
2	A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte I
3	A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte II
4	A física e o cotidiano: Noções de física moderna - Parte III
5	Pato quântico
6	James Clerk Maxwell
7	Conteúdo do Universo - Parte I
8	Conteúdo do Universo - Parte II
9	Radiação de corpo negro/Blackbody-spectrum
10	Buracos Negros
11	Os Curiosos – Experimento de Millikan (com libras)
12	Interferência de Ondas
13	Mecânica Quântica
14	Física quântica - Radiação térmica
15	Teoria Quântica Antiga
16	Princípios da Mecânica Quântica
17	É Tempo de Química! - Química Quântica
18	Eletromagnetismo - Eletrônica - Física quântica e computadores

Recurso	Título
19	Física quântica - A descoberta do elétron
20	Física quântica - Quantização de energia (Planck)
21	Física quântica - Um mundo de incertezas
22	Física quântica - Dualidade e a difração de Elétrons
23	Física quântica - Schrödinger e a função de onda
24	Os Curiosos – Nanotecnologia (com libras)
25	Richard feynman
26	Linus Pauling
27	Tudo se Transforma - Ligações Químicas
28	Eletromagnetismo - Levitação aplicada
29	Tunelamento quântico/Quantum tunneling and wave packets
30	Interferência de ondas
31	Lâmpadas Fluorescentes
32	Efeito Fotoelétrico
33	Niels Bohr
34	Poços duplos e ligações covalentes
35	Interferência de ondas quânticas
36	Bohm trajectories
37	Reações fotoquímicas - Conceitos e exemplos de bioluminescência
38	Wave Functions of Identical Particles
39	Estrutura da Matéria - do Átomo aos Sólidos
40	Quantum number primer

Recurso	Título
41	Tunelamento quântico Quantum tunneling and wave packets
42	Bohm trajectories
43	Wave Functions of Identical Particles
44	Light Cone Causality
45	É Tempo de Química! - Modelos Atômicos
46	Ondas Eletromagnéticas
47	Programa “O que é Física Moderna” - Parte I e II
48	Os Curiosos – Experimento de Millikan
49	A física e o cotidiano: Radioatividade
50	Tópicos atuais de física moderna - Espalhamento
51	Espectros Eletromagnéticos - Ondas Eletromagnéticas
52	Física quântica - Parte II
53	Tópicos Atuais de Física Moderna - O que é Física Moderna?
54	Ondas eletromagnéticas - A luz
55	Ondas eletromagnéticas - Meios de comunicação de massa
56	Ondas eletromagnéticas - Aplicações na engenharia
57	Os Curiosos – Formação e Propagação de Fenômenos Ondulatórios
58	Os Curiosos – Formação e Propagação de Fenômenos Ondulatórios (com libras)
59	Espectroscopia - Astrônomo Mirim
60	The Expanding Universe
61	Band Structure of a Quantum Wire with Rashba

Recurso	Título
	and Zeeman Interactions (Estrutura de um Fio Quântico com Interações de Rashba e Zeeman)
62	Tunelamento quântico
63	Quantum/Classical Correspondence for the Harmonic Oscillator
64	Física quântica
65	Bohr's Orbits (Órbitas de Bohr)
66	Werner Karl Heisenberg
67	Estados quânticos
68	Fundamental Commutation Relations in Quantum Mechanics
69	Max Karl Ernst Ludwig Planck
70	Dardos quânticos
71	Bell's Theorem (Teorema de Bell)
72	Paul Dirac
73	Os Curiosos – Nanotecnologia
74	A física e o cotidiano - Fique sabendo! - A Internet
75	Modelos do átomo de hidrogênio: do clássico ao quântico
76	Duplos poços de potenciais e ligações covalentes
77	Albert Einstein
78	Scattering over a Square Potential Well Combining Quarks into Hadrons
79	Band Spectrum in a Periodic Potential
80	Absorption spectroscopy
81	Mecánica Cuántica

Recurso	Título
82	Física quântica - Modelos atômicos
83	Time-Dependent Scattering in the Causal Interpretation of Quantum Theory
84	Entanglement between a Two-Level System and a Quantum Harmonic Oscillator
85	Quantum particles in an infinite square potential well
86	Wave-Particle Duality in the Double-Slit Experiment
87	Física quântica - Efeito fotoelétrico
88	Cylindrical Waves Passing through a Double Slit
89	Valence Shell Electron Pair Repulsion (VSEPR) Theory
90	Positive wigner function transformation by quantum operations
91	Dirac matrices in higher dimensions
92	Pauli spin matrices
93	The Photoelectric Effect
94	Hydrogen orbitals
95	Quantized solutions of the 1D schrödinger equation for a harmonic oscillator
96	Q-representation of number states
97	Reading hertz's own dipole theory
98	Bound States in a Square Potential Well
99	Cavity quantum electrodynamics with bosons
100	Laplace's equation on a circle
101	Transient response of a semiconductor laser
102	Causal interpretation of the double-slit experiment

Recurso	Título
	in quantum theory
103	Weak values in an electronic mach-zehnder interferometer
104	Rotation of feynman diagrams around an electron-photon vertex
105	Nuclear liquid-drop model applied to radioactive decay modes
106	Causal interpretation of the quantum harmonic oscillator
107	Simple chaotic motion of quantum particles according to the causal interpretation of quantum theory/a>
108	Fresnel diffraction at an edge
109	Particles thrown from a rotating bar
110	Polarization of an optical wave through polarizers and wave plates
111	Circular and elliptic polarization of light waves
112	Quantum-mechanical particle in an equilateral triangle
113	Chaotic dynamics of a modulated semiconductor laser
114	Compton scattering of subatomic particles
115	Nodal surfaces of degenerate states
116	Minimum uncertainty wavepacket
117	The quantum-tobogganic paths
118	The wonderful quantum world, Breakdown of classical mechanics
119	Constante do Planck
120	Time evolution of quantum-mechanical harmonic oscillator with time-dependent frequency

Recurso	Título
121	Exact and Variational Energies for the Hydrogen Molecular Ion and the Helium Hydride Ion
122	Harmonic Oscillator in a Half-space with a Moving Wall
123	Einstein Solid
124	Bose-einstein condensation in a harmonic trap
125	P-representation of laser light
126	Energy levels of a morse oscillator
127	Bonding and antibonding molecular orbitals
128	Static Friction
129	Sputnik 1 Orbiting the Earth
130	3D Kerr black hole orbits
131	The headlight effect
132	Mercury's perihelion precession
133	A história da química contada por suas descobertas - A conservação da matéria
134	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Generosidade química
135	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Se liga na ligação
136	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Tudo pela nobreza
137	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Te liga aqui!!
138	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Quanta ligação!
139	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Eu chego lá! Ainda vou ser um gás nobre
140	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Te liga

Recurso	Título
	na corrida!
141	Programa “Celular Causa Câncer?” - Parte I e II
142	A viagem de Kemi - Ligações químicas - Caçada às ligações
143	viagem de Kemi - Ligações químicas - Ligado na força ou no sumiço?
144	Radioatividade - partículas alfa e beta: parte 1: experimento prático
145	Radioatividade - partículas alfa e beta: parte 2: vídeo
146	O desvio da partícula Beta: parte 2: vídeo
147	Radioatividade através de experimentos: o experimento de Becquerel: parte 2
148	Desvio da partícula Beta: parte 1: experimento prático
149	O desvio da partícula Beta: parte 3: Animação
150	100 anos de mistérios quânticos
151	Hydrogen atom applet
152	Física quântica - Salto quântico
153	É Tempo de Química! - Espectroscopia
154	Eletromagnetismo - Aceleradores de partículas
155	Wave Packet Dynamics
156	Scattering over Potential Step
157	Harmonic Oscillator Eigenfunctions
158	Eigenfunctions of the Helmholtz Equation in a Right Triangle
159	Vertical Pendulum Seismometer
160	The Vibrating String

Recurso	Título
161	Magnetic n-gon billiards
162	Experimento de Rutherford
163	Física Moderna e Contemporânea
164	Trem de Einstein/Einstein's Train and Tunnel Model
165	[Classes in Physics Flash] [Class 2-5] Time - Modern Watches
166	Two postulates - special relativity (2 of 5)
167	Two postulates - special relativity (1 of 5)
168	Tudo se Transforma - Linus Pauling - A História da Química contada por suas descobertas
169	Deflection of light by a star
170	Laser
171	Massa - Espaço - Tempo - Relatividade geral
172	Relatividade: Massa, espaço, tempo e energia
173	Massa - Espaço - Tempo - Massa e energia na relatividade
174	Massa - Espaço - Tempo - Os postulados de Einstein da relatividade
175	A viagem de Kemi - Estrutura atômica - Einstein, o gênio da relatividade
176	Massa - Espaço - Tempo - Energia cinética relativística
177	Melhor pra mim
178	Orbits around a Spinning Black Hole
179	Equivalence principle: accelerating in space vs. remaining stationary in gravity
180	Massa - Espaço - Tempo - A dilatação do tempo e a contração do comprimento

Recurso	Título
181	Gravitação: De Newton à Einstein
182	A física e o cotidiano - Experimentos Educacionais: Espaço-tempo
183	Física quântica - Parte I
184	Trem de Einstein
185	Massa e espaço - Tempo - Parte I
186	Massa e espaço - Tempo - Parte II
187	Massa e espaço - Tempo
188	The time-dependent electromagnetic fields of a relativistic circular current
189	Um exemplo de dilatação do tempo
190	Espaço e Tempo
191	Four-vector in relativity [Fundamentals of Physics]
192	Doppler Effect, binary stars, neutron stars and black holes
193	Gravitation versus curved spacetime
194	Special and general relativity: part 2 [Frontiers and controversies in Astrophysics]
195	Minkowski spacetime
196	Spacetime Diagram
197	Relativistic mass
198	Classes in Physics Flash] [Class 2-5] Time - Modern Watches
199	À procura do gato de schrödinger
201	O suspeito é o tempo
203	Relatividade, massa e energia
204	Relatividade: massa e energia - Parte 1

Recurso	Título
205	Relatividade: massa e energia - Parte 2
206	Massa - Espaço - Tempo - Massa e quantidade de movimento relativísticas
207	Relativistic headlight effect
208	A física e o cotidiano - Laboratório virtual : Espaço - Tempo
209	Motion of a planet around a star
210	Speed of a point on the surface of the Earth
211	Rotating Space Station